

TRABAJO FIN DE GRADO

LA ESCULTURA ZEUS EN TRONO DE BAIA (NÁPOLES)
UN CASO DE DETERIORO DEL PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO
DE PROCEDENCIA SUBACUÁTICA

CURSO 2018/2019

AUTORA: M^a ELENA PÉREZ LÓPEZ
TUTOR: DR. JULIO ROMERO- NOGUERA



GRADO EN CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE BIENES CULTURALES
- UNIVERSIDAD DE SEVILLA -

TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO EN CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE BIENES CULTURALES

- UNIVERSIDAD DE SEVILLA –

CURSO 2018/2019

TÍTULO DEL TRABAJO:

PATRIMONIO CULTURAL SUMERGIDO. LA ESCULTURA ZEUS EN TRONO PROCEDENTE DE LA
ANTIGUA CIUDAD DE BAIA EN EL GOLFO DE NÁPOLES: UN CASO PARTICULAR DE DETERIORO,
GESTIÓN, MUSEALIZACIÓN Y CONSERVACIÓN.

AUTORA: M^a ELENA PÉREZ LÓPEZ

TUTOR: DR. JULIO ROMERO- NOGUERA

VºBº DEL TUTOR:



AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a mi profesor y tutor de TFG, Julio Romero Noguera: por su paciencia, su compromiso y la ayuda prestada a lo largo de estos meses.

A la Universidad Suor Orsola Benincasa de Nápoles (UNISOB), y de manera especial a los profesores Giorgio Trojsi (UNISOB) y Michele Stefanile (Universidad Partenopea de Nápoles), que accedieron desde un primer momento a ayudarme a enfocar el TFG, compartiendo conmigo su enorme conocimiento, experiencia en el sector, y abriéndome las puertas hacia otros profesionales y recursos.

A la profesora Rosaria Ciardiello (UNISOB), a la profesora Barbara Davidde y el profesor Roberto Petriaggi, del Instituto Superior para la Conservación y el Restauro (ISCR) de Roma, por su disponibilidad.

Al Museo Arqueológico de Nápoles (MANN): a todo el equipo que trabaja bajo la responsabilidad de Michele Antonio Iacobellis en la Biblioteca y el Archivo.

Al Centro Internacional de Estudios para la Conservación y la Restauración de los Bienes Culturales (ICCROM) en Roma y su Biblioteca.

A mi familia: a mi madre, Ascensión; a mi padre, Rafael; y a mis abuelos, Ascensión, Alfonso, Isabel y Miguel.

A mis amigos y compañeros que, con una paciencia infinita, han recorrido conmigo este camino; en especial, a mi compañera de estudios y aventuras en este Erasmus en Nápoles 2018-19, Reyes; y a Luz, por hacer posible la realización del análisis de agua.

Y a todos los que han hecho posible que este trabajo llegue a buen término.

GRACIAS.

ÍNDICE

1. INTRODUCCION

- 1.1 RESUMEN Y PALABRAS CLAVE
- 1.2 JUSTIFICACIÓN DEL TEMA ELEGIDO
- 1.3 DEFINICIÓN DE OBJETIVOS
- 1.4 METODOLOGÍA

2. DESARROLLO TEÓRICO DEL CONTENIDO

2.1- CONTEXTO

- 2.1.1- La escultura Zeus en trono procedente de *Baia*, antigua ciudad romana declarada Parque Arqueológico Subacuático, y expuesta en el Museo Arqueológico de los Campos Flegreos. Aspectos Legales.
- 2.1.2- Problemática ligada a la conservación y restauración de bienes arqueológicos sumergidos. Conservación in situ vs. extracción.
- 2.1.3- Análisis de la fenomenología del deterioro: condiciones generales bajo agua
 - 2.1.3.1- Factores de deterioro
 - 2.1.3.2- Mecanismos
- 2.1.4- Propuesta de análisis científicos aplicados a la conservación de la escultura *Zeus en Trono*

2.2- MATERIALES Y MÉTODOS

- 2.2.1- Caracterización de las esculturas. Ficha técnica.
 - Escultura objeto de estudio: *Zeus en Trono*
 - Escultura de referencia: *Júpiter Ciampolini* o *Zeus en Trono Farnese*
- 2.2.2- Catálogo de alteraciones. Diagnóstico y estado de conservación: comparación con la escultura de referencia *Júpiter Ciampolini*, procedente de medio terrestre

3. CONCLUSIONES

4. DOCUMENTACIÓN GRÁFICA Y FOTOGRÁFICA

5. BIBLIOGRAFÍA

1. INTRODUCCION

1.1 RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

Resumen: A lo largo de los siglos, los movimientos sísmicos que en el día a día parecen imperceptibles, han transformado el Golfo de Nápoles, haciendo emerger algunas zonas y abocando al olvido otras que, en un tiempo, gozaron de gran esplendor. Tal es el caso de *Baia*¹, ciudad de recreo romana, donde el mar detuvo la historia, el tiempo, el modo de vida y sus bellezas a unos 5 metros de profundidad. A la hora de tratar y conservar este patrimonio, se plantean cuestiones técnicas, legales y éticas diversas a aquellas que conciernen a los bienes arqueológicos de procedencia terrestre, y que serán tratadas a lo largo de este trabajo a través de un ejemplo concreto: la escultura *Zeus en trono*, expuesta en el Museo Arqueológico de los Campos Flegreos (Nápoles), con el fin de determinar los factores de deterioro y las alteraciones específicas que presenta, en comparación con otra escultura de referencia.

Palabras clave: Arqueología subacuática / Parque arqueológico sumergido/ Patrimonio arqueológico sumergido/ Patrimonio cultural sumergido / área marina protegida / Conservación / Factores de deterioro/ escultura/ mármol.

1.2 JUSTIFICACIÓN DEL TEMA ELEGIDO

Uno de los ámbitos que precisan la actuación del conservador-restaurador es el del patrimonio cultural subacuático², que presenta una serie de alteraciones específicas. Sin embargo, a la hora de seguir unas pautas para su correcta conservación³, los profesionales se encuentran ante un gran desafío que ofrece nuevas posibilidades de desarrollo e investigación, a la vez que surgen numerosas dudas: ¿es mejor conservar el patrimonio en su contexto subacuático, con el cual ha llegado a un equilibrio, o es mejor sacarlo a la superficie?; ¿qué tipos de alteraciones aparecen a corto y largo plazo en cada caso? ¿Qué medidas habría que tomar para una óptima conservación y transmisión al futuro? Es un tema que aún necesita mucho estudio y propuestas de mejora dado que, a priori, es un tipo de patrimonio relativamente poco frecuente en comparación con el de procedencia terrestre, y de difícil acceso, requiriendo una acción interdisciplinar de profesionales muy especializados en áreas muy diversas, y de importantes inversiones económicas, de las que no en todos los casos se dispone; así, se condena al olvido un patrimonio que espera un futuro donde volver al esplendor de tiempos pasados.

¹ A lo largo del TFG usaremos el nombre original en italiano, *Baia*, que responde al nombre de “Bayas” en Español.

² La Convención de 2001 de la UNESCO sobre la Protección del Patrimonio Cultural Subacuático define en su artículo 1. (a) el “Patrimonio Cultural Subacuático” como “todos los rastros de existencia humana que tengan un carácter cultural, histórico o arqueológico, que hayan estado bajo el agua, parcial o totalmente, de forma periódica o continua, por lo menos durante 100 años, tales como: (i) los sitios, estructuras, edificios, objetos y restos humanos, junto con su contexto arqueológico y natural; (ii) los buques, aeronaves, otros medios de transporte o cualquier parte de ellos, su cargamento u otro contenido, junto con su contexto arqueológico y natural; y (iii) los objetos de carácter prehistórico” (UNESCO, 2001, Convención sobre la Protección del Patrimonio Cultural Subacuático).

³ Por conservación entendemos, de acuerdo a la 15ª Conferencia Trienal del ICCOM- CC en Nueva Delhi (2008), las “medidas o acciones que tengan como objetivo la salvaguardia del patrimonio cultural tangible, asegurando su accesibilidad a generaciones presentes y futuras. Comprende la conservación preventiva, curativa y restauración. Todas estas medidas y acciones deberán respetar el significado y las propiedades físicas del bien cultural”.

1.3 DEFINICIÓN DE OBJETIVOS

Para una adecuada elaboración del Trabajo de Fin de Grado, se han definido una serie de objetivos que permitan un óptimo desarrollo del tema escogido, enmarcando los aspectos fundamentales a tratar, dada la complejidad del argumento que incluye no sólo aspectos técnicos y conservativos, sino también de carácter científico, cultural y ético, descartando otros argumentos secundarios relacionados que extenderían demasiado el contenido.

Objetivo general: realización de un estudio de deterioro del patrimonio arqueológico de procedencia subacuática, tomando como ejemplo específico la escultura *Zeus en Trono*, proveniente de la antigua ciudad de *Baia*, para contribuir a la pervivencia y transmisibilidad de este legado histórico y artístico.

De este objetivo general, derivan otros **objetivos específicos**, tales como:

- El estudio de un tipo de patrimonio poco visibilizado en términos de conservación: el material arqueológico sumergido (más específicamente de naturaleza pétreo), al cual no se dedica ninguna asignatura concreta durante el Grado en Conservación y Restauración de Bienes Culturales y que, sin embargo, constituye una especialización profesional.
- Realizar un estudio comparativo acerca de los factores y tipo de deterioro específicos que actúan sobre este patrimonio, y que difieren de aquellos a los que se ven sometidos los bienes arqueológicos de procedencia terrestre.
- Propiciar una futura reflexión sobre la importancia cultural de estos bienes, y la idoneidad de conservarlos in- situ, musealizando el yacimiento y contribuyendo a su difusión.

1.4 METODOLOGÍA

- Estudios históricos:

Se han analizado fuentes documentales que verifican la historia del patrimonio objeto de estudio: su procedencia, técnicas de fabricación e historia material, evolución a lo largo del tiempo, intervenciones, iconografía e iconología.

- Estudio documental y bibliográfico:

Análisis de diversas fuentes en distintos idiomas, como libros, artículos científicos, tesis doctorales, revistas especializadas, noticias en medios de comunicación, programas científicos y entrevistas personales a especialistas en arqueología subacuática. Todo ello ha proporcionado una gran cantidad de información que se ha tenido que procesar, clasificar y seleccionar para su correcta utilización.

- Estudio comparativo del estado y condiciones de conservación de los bienes:

A través del análisis ocular *in situ* durante diversas visitas al Museo Arqueológico de los Campos Flegreos y Museo Arqueológico de Nápoles, e inmersión en el Parque Arqueológico Sumergido de *Baia*, se ha procedido a la determinación de los factores de deterioro y los daños presentes en la escultura, en comparación con otra de procedencia terrestre.

- Estudios científico- técnicos:

Métodos de examen no destructivos como medidas de temperatura y humedad relativa con termohigrómetro, luxometría, análisis de la composición química del agua y fotografía con luz difusa y rasante.

2. DESARROLLO DEL CONTENIDO

2.1- CONTEXTO

2.1.1- LA ESCULTURA ZEUS EN TRONO PROCEDENTE DE BAIA, ANTIGUA CIUDAD ROMANA DECLARADA PARQUE ARQUEOLÓGICO SUBACUÁTICO, Y EXPUESTA EN EL MUSEO ARQUEOLÓGICO DE LOS CAMPOS FLEGREOS. ASPECTOS LEGALES.

- La escultura Zeus en Trono:

Desde octubre de 2018, los visitantes del Museo Arqueológico de los Campos Flegreos⁴ (Nápoles) pueden volver a disfrutar de una escultura que, tras haber permanecido milenios sumergida en las profundidades del mar de *Baia*, había sido extraída por unos traficantes de arte, perdiéndosele el rastro hasta que, en 1992, fue adquirida y exhibida por el *Getty Museum* de Los Ángeles (EE.UU). El *Zeus en Trono*, como se le conoce, ha sido repatriado tras considerar minuciosamente una serie de evidencias proporcionadas por los funcionarios italianos, incluyendo un fragmento de la escultura descubierto recientemente en *Baia*.

- *Baia*, de ciudad romana a Parque Arqueológico Sumergido:

Baia es el Parque Arqueológico Sumergido más grande del Mediterráneo, extendiéndose por el Golfo de Nápoles, desde *Bacoli* hasta *Pozzuoli*, en un área aproximada de 177 hectáreas. A pesar de que sus orígenes se sitúan en el siglo III a.C.⁵, fue en época romana (siglos I a.C. a III d.C.) cuando alcanzó una gran reputación como zona termal y de recreo para las clases sociales más elevadas⁶, alojando las *villae maritime* más importantes y lujosas. Existen referencias escritas⁷ acerca del crecimiento del nivel del mar ya desde el siglo IV, pero los datos estratigráficos muestran que el periodo de mayor crecimiento se produjo durante el siglo X. Este aumento en el nivel del mar, que altera la línea de costa, se debe a un fenómeno vulcanológico conocido como “bradisismo”: la variación de volumen de la cámara magmática. Influye en el volumen de agua que contiene el suelo, muy poroso, provocando una variación de nivel, motivo por el cual la gran mayoría de las villas marítimas romanas se encuentran actualmente destruidas o bajo el nivel del mar.

A lo largo de los siglos posteriores se especuló con la existencia de la “pequeña Atlantis campana”, que se confirmó en 1969 cuando, tras una violenta marejada, salieron a la luz dos cabezas de estatuas romanas: tras permanecer alrededor de XIII siglos sumergida, *Baia* estaba preparada para desvelar todas sus maravillas.

En el año 2002, el puerto comercial de *Baia* dejó de ser activo, al declararse “Parque Arqueológico Subacuático (PAS)” y “Área Marina Protegida (AMP)” por su particular valor ambiental, ecológico, cultural, histórico, arqueológico, científico, educativo y económico.

⁴ A lo largo del texto, se hará referencia al Museo Arqueológico de los Campos Flegreos con las siglas MACF.

⁵ La primera referencia a esta ciudad la encontramos en un escrito de Lycophon del siglo III a.C. En sus relatos acerca de los viajes de Ulises, la identifica como el lugar de enterramiento del timonero Baio, y de ahí su nombre.

⁶ Como observó a lo largo del siglo I d.C. Plinio, El Viejo, en su “*Naturalis Historia* II, 17”.

⁷ En una versión apócrifa de los Hechos de los Apóstoles (XVIII, 12) se cuenta el castigo divino que san Pablo profirió a los habitantes de Puteoli por haberlo condenado a muerte: “La ciudad se hundió en el mar [...] en un lugar llamado *Baia*”.

Dentro de esta zona, delimitada por las coordenadas 40°49'18.84"N, 14°04'32.34"E (sexagesimal)/ 40.8219°N 14.07565° (decimal), está en vigor una normativa restrictiva y de regulación de actividades permitidas.

El AMP se divide, a su vez, en tres áreas (Figura 1) con diferentes grados de protección:

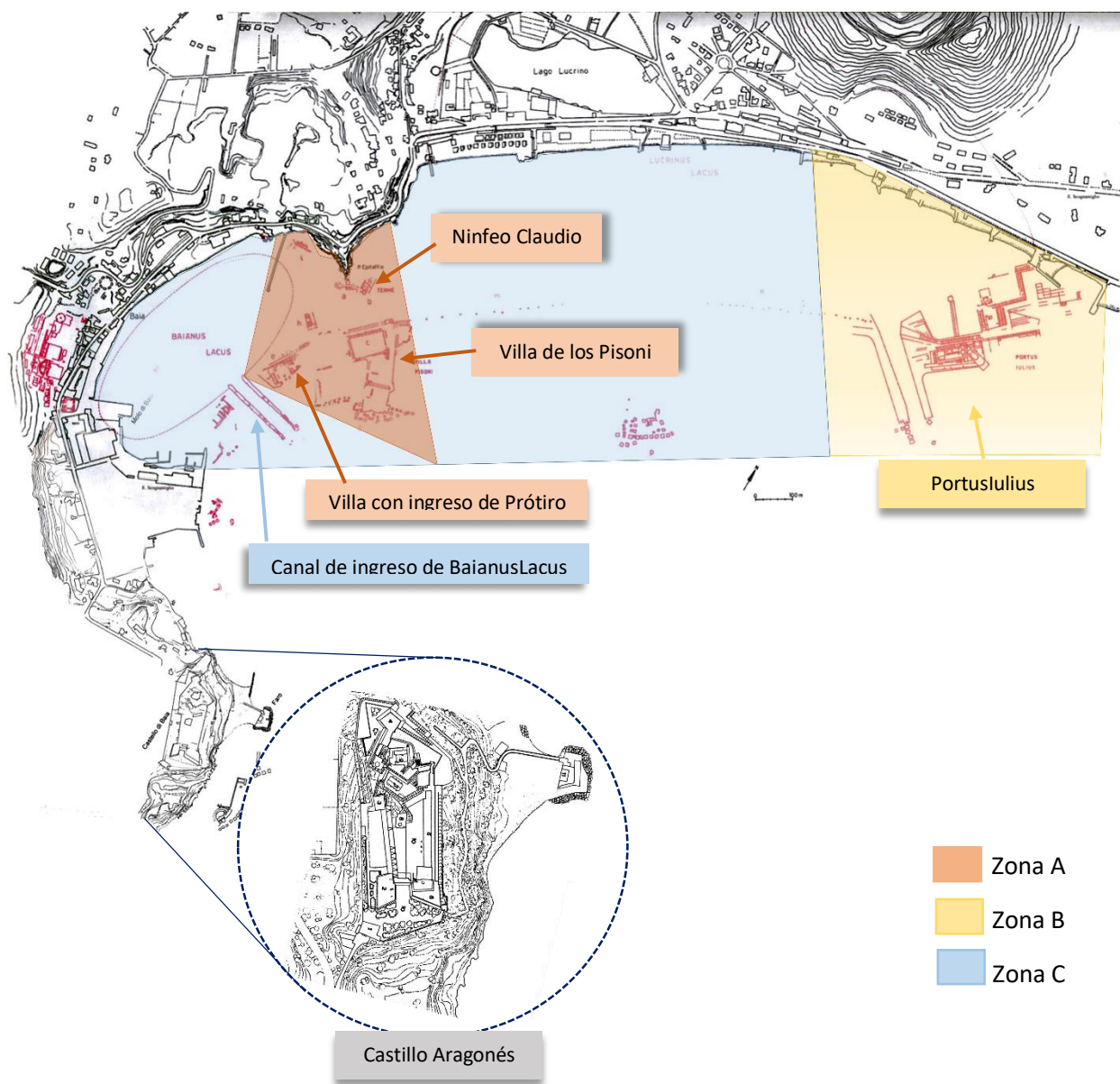


Figura 1. Parque Arqueológico Subacuático de Baia y MACF en el Castillo Aragonés. Se distinguen las diferentes zonas de protección: A, en naranja; B en amarillo; C en azul. / Pérez López, E. (2019).

Zona A (reserva integral). Máxima protección y mayor valor ambiental. Sólo se permiten actividades de investigación científica o servicio. Dentro de esta área, delimitada por las coordenadas 40°49'20"N 014°04'60"E y 40°49'24"N 014°05'05"E, y que ocupa casi una quinta parte del área total, surge el primer, y previsiblemente más importante, núcleo de la ciudad que constituye el itinerario arqueológico principal: restos de una residencia imperial atribuida a Claudio en Punta del Epitafio, con un Ninfeo del que proceden algunas de las esculturas expuestas en el MACF, restos de muros de termas y otras villas (de las que se piensa que pueda proceder *Zeus en trono*), así como restos de calzada; la Villa de los Pisones, y un tercer sector, la Villa con ingreso a Prótiro⁸.

Zona B (reserva general). Se permiten una serie de actividades reguladas, combinando la conservación con el uso sostenible del medio ambiente marino. En *Baia*, abarca el área comprendida entre las coordenadas 40°49'60"N 014°05'62"E y 40°49'60"N 014°05'94"E, destacando en esta zona los restos arqueológicos de *Portuslulius*.

Zona C (reserva parcial). Representa la zona de transición entre las áreas de mayor valor y las áreas fuera del área marina protegida, donde están permitidas y reguladas las actividades y uso sostenible del mar.

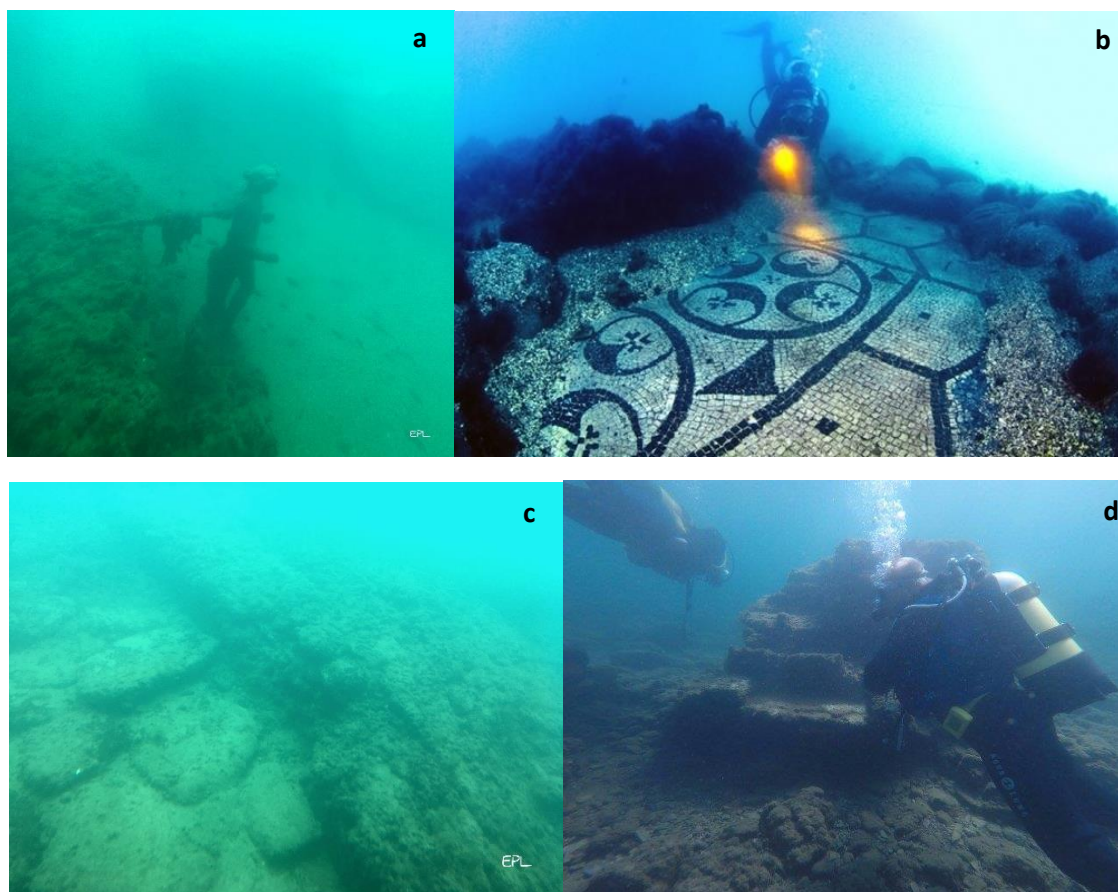


Figura 2. (a) Detalle de escultura en el Ninfeo de Punta Epitaffio; (b) Mosaico perteneciente a la Villa con Ingreso a Prótiro; (c) Restos de calzada y muros de la Villa de los Pisoni; (d) Restos de Portuslulius.

⁸ Según el Diccionario de la Ciencia y de la Técnica del Renacimiento (Dycter 2.0), por *Prótiro* se entiende una "Especie de galería o espacio holgado y extenso que en una casa facilita la comunicación de la entrada con las habitaciones o éstas entre sí, como un corredor".

- Aspectos legales:

El hecho de crear estas reservas es una herramienta muy efectiva para salvaguardar el patrimonio, posibilitando el estudio y el conocimiento de los bienes, ya que la legislación sobre el Patrimonio Cultural Sumergido es insuficiente, incompleta y, en algunos casos, hasta inexistente.

A nivel internacional, en 1982 se promulgó la *Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar* (CNUDM), ratificado por España en ese mismo año, en la que se considera el PCS como un bien general de toda la humanidad (artículos 149 y 303). Por su parte, la UNESCO, con el apoyo de otros organismos internacionales como ICOMOS e ICOM, promulgó en 2001 la *Convención para la Protección del Patrimonio Cultural Sumergido* que, por primera vez, hablaba de manera específica sobre la protección definitiva de este patrimonio. Esta convención fue ratificada por España en 2009, generando compromisos jurídicos obligatorios.

En lo que respecta a la legislación española, tanto nacional (L.P.H.E. de 1985) como leyes autonómicas, no se incluyen normas específicas para el PCS. Sin embargo, no se desconoce la realidad de este patrimonio y se incluyen algunas referencias al mismo, considerándolo Patrimonio Arqueológico⁹, independientemente del medio de procedencia (subacuático o terrestre) y el contexto (*in situ* o *ex situ*). Además, como referencia para el Ministerio de Cultura, encontramos el *Libro Verde- Plan Nacional de Protección del PCS Español*, en el que se comentan técnicas específicas de conservación de este patrimonio, priorizando la conservación *in situ* frente a la extracción.

Así, en Italia la protección del patrimonio arqueológico sumergido sigue los mismos principios generales previstos para el patrimonio arqueológico terrestre. Estos principios han sido ratificados recientemente con la entrada en vigor de la Convención de la UNESCO a través de la ley 157/2009.

- Castillo Aragonés. De sistema defensivo a Museo Arqueológico:

La importancia estratégica del puerto de *Baia* no pasó desapercibida a los dirigentes aragoneses de Nápoles que, entre los años 1442-1501, construyeron allí un sistema defensivo costero: el Castillo Aragonés, situado en un promontorio sobre las ruinas de la *Villa Romana*, atribuida tradicionalmente a Julio César (e incorporada en el *Padiglione Cavaliere* (Figura 4). Su diseño actual se corresponde a la reestructuración llevada a cabo en época del virrey Pedro de Toledo tras los daños sufridos durante la erupción volcánica de 1538, con algunas modificaciones sucesivas. Con el fin del reinado de los Borbones en Nápoles, el castillo comenzó su inexorable declive. Fue en 1984 cuando la Superintendencia Arqueológica de Nápoles se hizo cargo de este edificio, restaurándolo y disponiéndolo como sede del Museo Arqueológico de los Campos Flegreos (Miniero, Paola, 2000). El museo fue inaugurado en 1993, en la Torre noreste, y cuenta con 52 salas, muchas de las cuales no están abiertas al público por los deficientes medios de los que dispone. Con la llegada de *Zeus en Trono*, se ha habilitado el *Almacén de la Pólvora de san Antonio* (Figura 4) para la exposición de ésta y otras esculturas extraídas del mar de *Baia*.

⁹ El artículo 40 de la L.P.H.E (1985) incluye dentro del Título IV "Patrimonio Arqueológico" lo siguiente: "Forman parte del Patrimonio Histórico Español los bienes muebles o inmuebles de carácter histórico, susceptibles de ser estudiados con metodología arqueológica, hayan sido o no extraídos y tanto si se encuentran en la superficie o en el subsuelo, en el mar territorial o en la plataforma continental. Forman parte, asimismo de este Patrimonio los elementos geológicos y paleontológicos relacionados con la historia del hombre y sus orígenes y antecedentes".

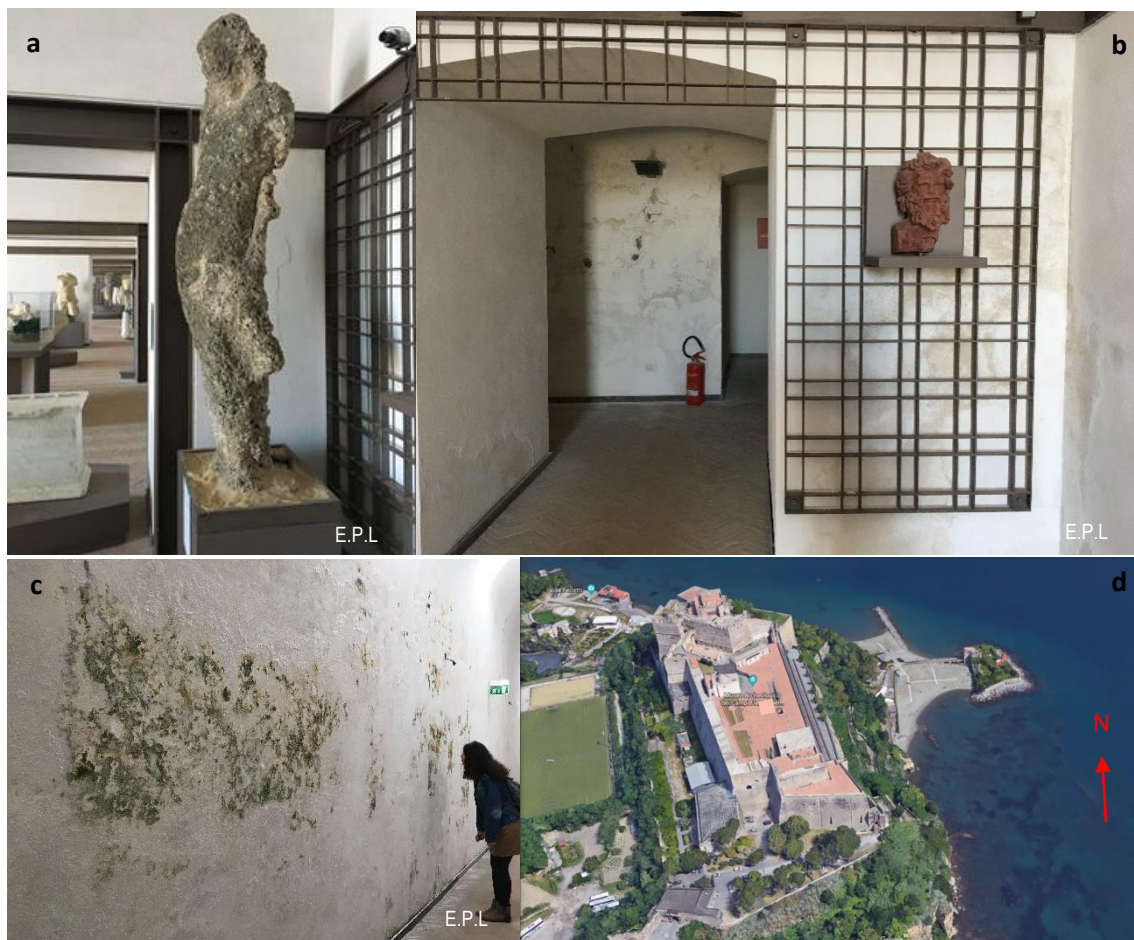


Figura 3. (a, b y c) Estado general actual del MACF; (d) Vista general del Castillo Aragonés, sede del MACF

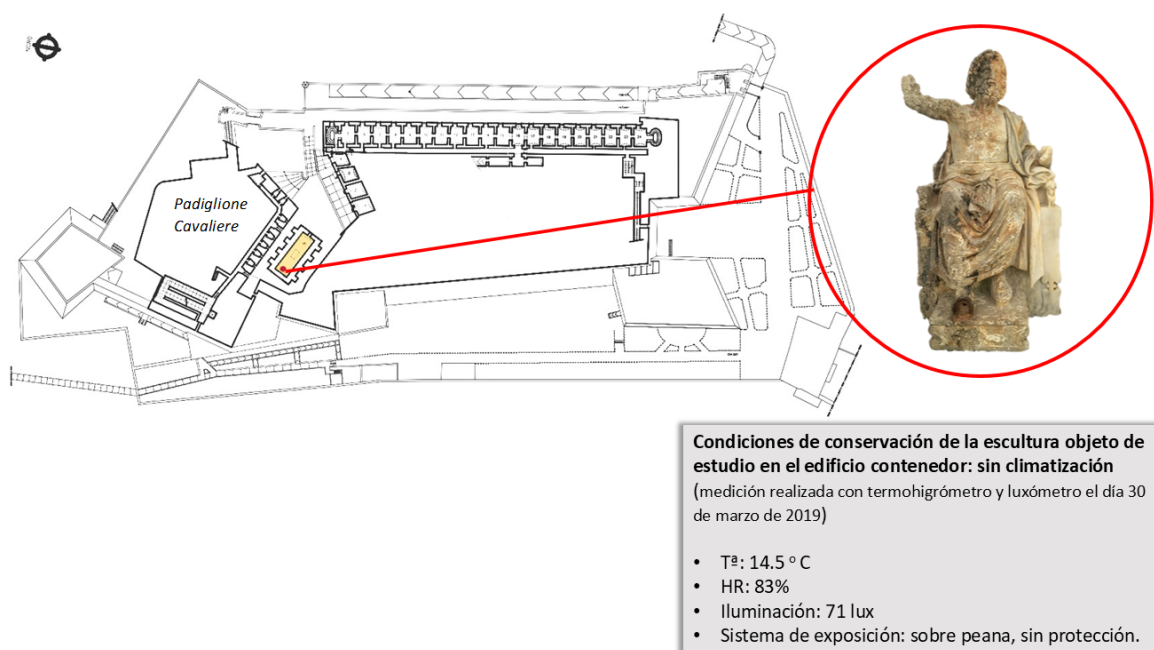


Figura 4. Plano del MACB. Se señala el "Padiglione Cavaliere", y en amarillo el Almacén de pólvora de San Antonio, donde se expone la escultura Zeus en Trono (punto rojo). Condiciones de exposición en el edificio contenedor.

2.1.2- PROBLEMÁTICA LIGADA A LA CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE BIENES ARQUEOLÓGICOS SUMERGIDOS. CONSERVACIÓN *IN SITU* VS. EXTRACCIÓN.

El descubrimiento y la posterior extracción de *Zeus en Trono* no están documentados. Esto abre un nuevo epígrafe de discusión sobre los riesgos específicos a los que están expuesto los bienes culturales sumergidos que, aun en equilibrio con el medio que les rodea, presentan un grado de extrema fragilidad; por ello, hay que establecer unas medidas de protección adecuadas que garanticen su conservación y transmisión al futuro, individuando los factores de deterioro que inciden sobre su estado de conservación, con el objetivo de reducirlos o eliminarlos. Esta conservación se puede realizar *in situ* o mediante la extracción al medio terrestre: la elección debe justificarse en base a las necesidades.

Antes de extraer un bien sumergido hay que valorar cuántos de ellos pueden conservarse *in situ*, y qué procesos de degradación pueden sufrir una vez en la superficie. En los casos en los que se procede a la extracción, como ocurrió con *Zeus en Trono*, es necesario contar con los medios instrumentales y personales que permitan reproducir las condiciones más similares posibles a las del ambiente subacuático, para minimizar la brusquedad del cambio hacia el ambiente atmosférico, lo que provocaría daños irreparables. Durante el proceso, se debe reducir al mínimo la manipulación, procurando un adecuado mantenimiento y transporte, ayudándonos si es necesario de soportes de protección específicos. En nuestro caso de estudio, se desconoce si estuvieron implicados profesionales de la conservación durante la extracción, y qué suerte corrió los años posteriores a la misma. En cualquier caso, una vez extraídos los bienes, se debe disponer de una infraestructura necesaria para alojarlos y proceder con su estabilización, posterior almacenamiento y embalaje en caso de ser necesarios (*Figura 5*).

En resumen, recuperar, conservar y exhibir este tipo de patrimonio es muy costoso y complicado, ya que a las pruebas de diagnóstico, tratamientos de conservación y restauración, hay que sumar la garantía de disponer de un museo con capacidad para albergarlo en las condiciones óptimas (Davidde, 2002). Por ello, la tendencia actual es la conservación *in situ* y musealización; el establecimiento de regulaciones especiales, como la denominación de PAS o AMP se vuelve imprescindible en estos casos.

2.1.3- ANÁLISIS DE LA FENOMENOLOGÍA DEL DETERIORO: CONDICIONES GENERALES BAJO AGUA

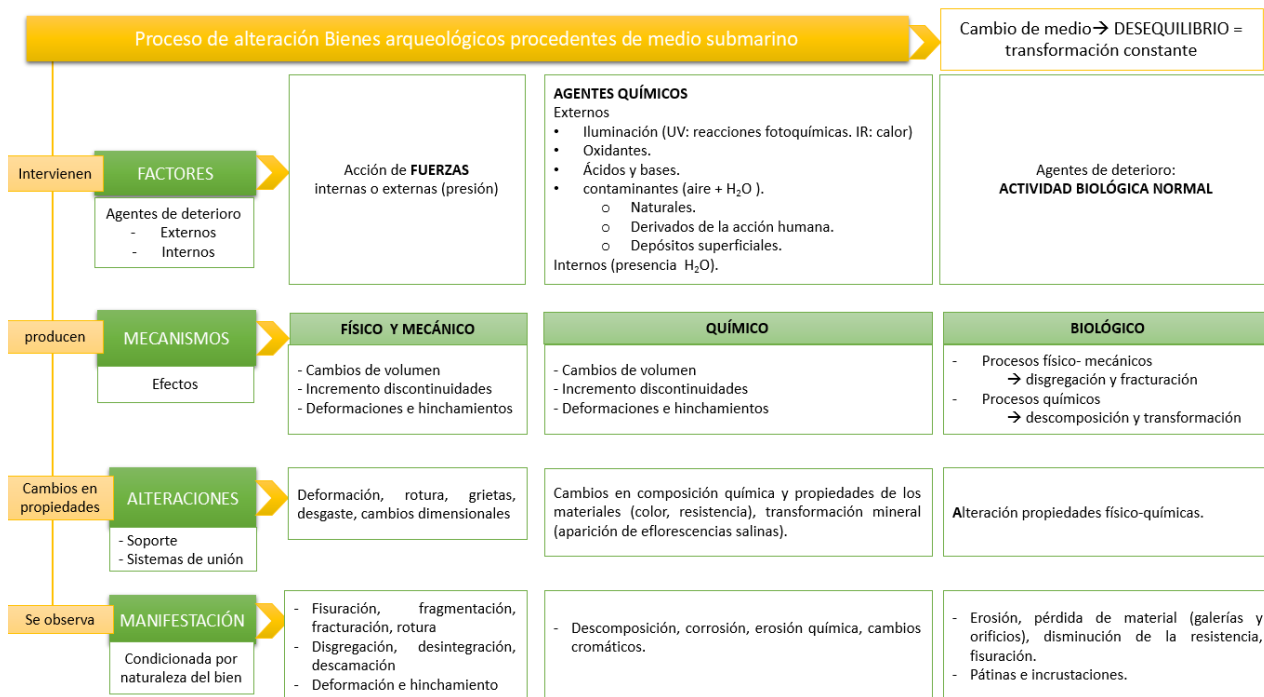


Figura 5. Esquema explicativo del proceso de deterioro general, físico, químico y biológico de los bienes arqueológicos sumergidos.

Los factores de deterioro transforman las características materiales de los bienes mediante mecanismos de alteración físicos, químicos y biológicos, produciendo alteraciones o cambios en las propiedades fisicoquímicas de dichos materiales, que se manifiestan a través de los denominados “indicadores de alteración” que podemos observar a simple vista o con ayuda instrumental o analítica.

Durante la vida útil de la escultura, los principales mecanismos de deterioro fueron de tipo físico, condicionados por su funcionalidad y uso. Una vez sumergida, el mecanismo predominante pasó a ser el biológico. Tras la extracción, el mecanismo de deterioro que predomina es el químico. A continuación, se analizan cada uno de los elementos del proceso de alteración.

2.1.3.1 FACTORES DE DETERIORO

- Agentes de deterioro internos

A- Envejecimiento natural de los materiales constitutivos.

El mármol del que se compone la escultura de Zeus es una roca metamórfica del grupo de los carbonatos (CO₃²⁻) que se forma por recristalización de la calcita. Es bastante resistente al paso del tiempo, y en su composición química encontramos calcita (56% de CaO, 44% CO₂) o dolomita (30% CaO, 22% MgO, 48% CO₂), siendo frecuente la sustitución de magnesio por hierro. En este caso, el hierro puede sufrir procesos de oxidación, alterando el color de la escultura y la consistencia interna.

B- Incompatibilidades.

No se encuentran presentes, al tratarse de una obra clásica, donde la técnica de ejecución y los materiales utilizados eran bien conocidos y de buena calidad.

- Agentes de deterioro externos. Condiciones ambientales especiales en el medio subacuático.

A- Agentes bióticos

Los microorganismos (hongos, bacterias, algas y cianobacterias) y macroorganismos (líquenes, plantas briófitas y animales) constituyen el principal agente de deterioro en medio subacuático debido a la colonización biológica, bioerosión¹⁰ y biodeterioro¹¹. El deterioro puede ser:

- Por descomposición (bio)química, a causa de la actividad metabólica.
- Físico-mecánico, por el crecimiento de los organismos sobre la piedra, que no es usada como alimento.
- Estético (depósitos superficiales), causado por la simple presencia de organismos vivos o muertos, o sus excrementos.

El tipo e intensidad de colonización biológica están determinados por la existencia de condiciones necesarias para el desarrollo biológico, la naturaleza de la especie, el fondo marino, el grado de fijación al sustrato, y el tipo y superficie del sustrato. El mármol, que contiene calcita, es más propenso a ser atacado por organismos bioerosionadores.

La colonización sobre la escultura comienza a lo largo del primer mes de inmersión, con el asentamiento de una biopelícula bacteriana o *biofouling*¹² en la superficie material, dependiendo de la posición en la que se encuentre:

- Sumergida en su totalidad y enterrada: está protegida por una capa protectora, pero es susceptible a la alteración producida por organismos anaerobios.
- Sumergida y semienterrada: la parte sin enterrar se presenta biocolonizada, y aquella enterrada puede ser deteriorada mediante reacciones de oxidación-reducción.

Las concreciones son generalizadas a lo largo de la superficie, y se distinguen alteraciones externas (aquellas que afectan sólo a la apariencia o a la conservación en manera leve) e internas (que producen cambios en la estructura y composición material, dando lugar a alteraciones más graves).

¹⁰El término Bioerosión“ hace referencia a la eliminación de sustratos líticos o minerales por la acción directa de organismos litófitos o epilíticos, chasmolíticos y euendolíticos. Estos últimos son los organismos más dañinos al cavar, mediante mecanismos químicos y físicos, túneles en la piedra (Ricci y Davidde, 2012).

¹¹Cambio indeseado, causado por la actividad normal de organismos vivos, en la integridad del bien o en las propiedades de los materiales constitutivos, que actúan como sustrato para los (micro) organismos.

¹²Según el *Tesaurus* 2013 de la Biblioteca Agrícola Nacional de los Estados Unidos, el *biofouling* se define como “La acumulación no deseada de microorganismos, como bacterias, hongos, mucílago, anélidos poliquetos, diatomeas, algas, plantas, moluscos, crustáceos u otros animales, que se adhieren a las superficies obstruidas o degradadas”. Estas acumulaciones de microorganismos se denominan biopelículas o biofilms (Characklis, 1990).

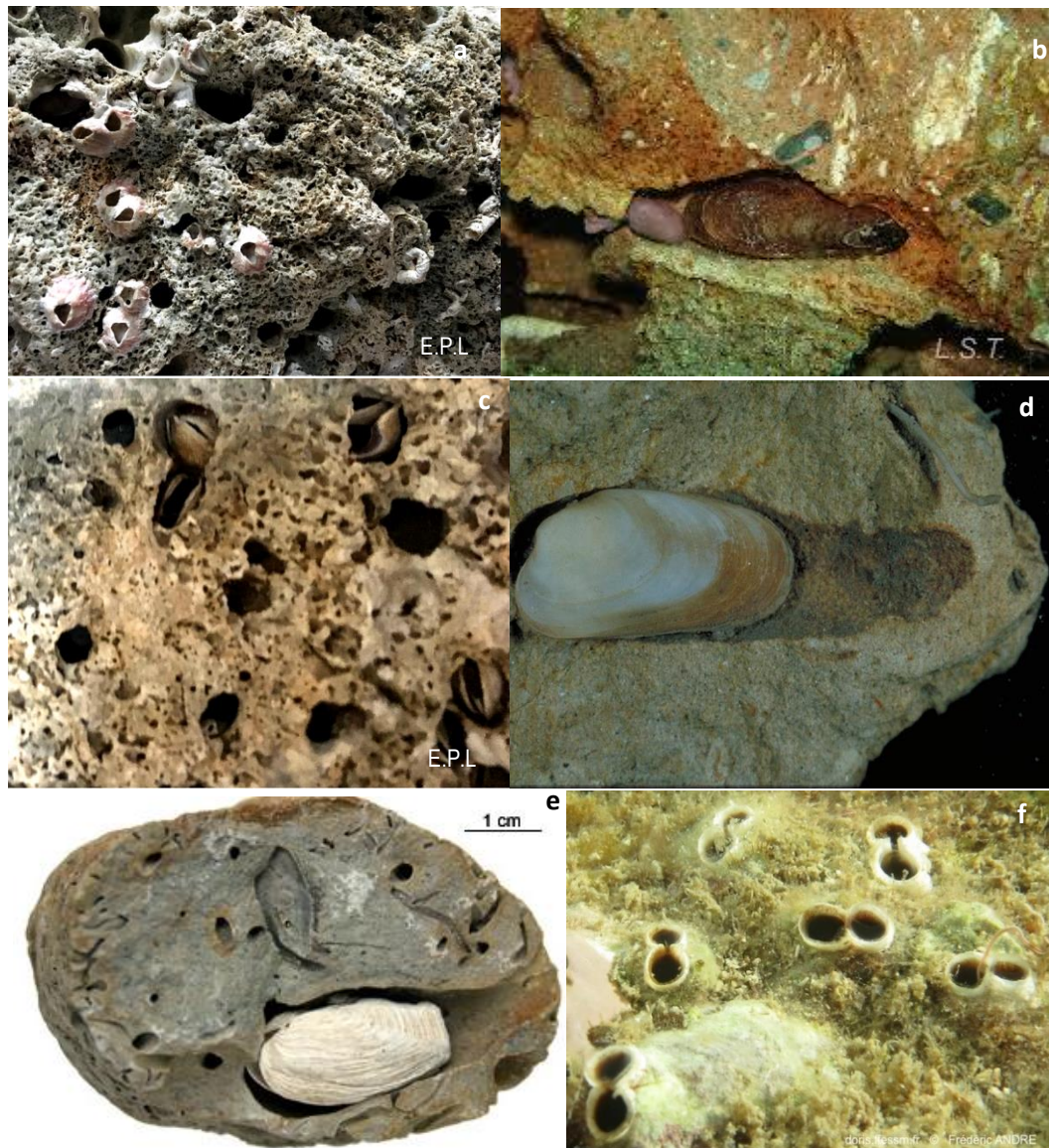


Figura 6. Agentes biológicos de deterioro encontrados en el PAS de Baia: (a) *Cliona celata*; (b) *Lithophaga lithophaga*; (c) *Petricola lithophagella*; (d) *Coralliophaga lithophagella lamarck*; (e) *Gastrochaena dubia*; (f) *Rocellaria dubia*.

B- Abióticos (Físicos, químicos y mecánicos).

B.1- Medioambiente.

- Clima¹³ y microclima¹⁴. Según la clasificación climática de Köppen- Geiger, el clima en Baia es Templado de tipo Mediterráneo (Csa).

¹³Conjunto de fenómenos que caracterizan a largo plazo una determinada región geográfica. Está determinado por factores (latitud, altitud, relieve, corrientes marinas) resultado de elementos (temperatura, precipitación, insolación, presión atmosférica, viento).

¹⁴Condiciones climáticas de un área limitada, ligado a factores locales y entorno.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	9.3	9.8	11.3	13.7	17.5	21.3	23.7	24.1	21.6	17.7	13.5	10.4
Temperatura mín. (°C)	5.5	5.8	7.1	9.3	12.8	16.4	18.5	18.9	16.8	13.3	9.7	6.8
Temperatura máx. (°C)	13.1	13.8	15.5	18.1	22.2	26.2	29	29.3	26.4	22.1	17.4	14.1
Precipitación (mm)	96	76	70	61	40	24	18	36	69	107	133	105

Figura 7. Tabla climática. Datos históricos del tiempo en Baia.

- Temperatura. La media anual de temperatura en la superficie es de unos 16.2°C, mientras que en el mar es de 19.5°C¹⁵. El hecho de que el agua sea cálida se debe a la actividad vulcanológica, y justifica su actividad termal; sin embargo, las temperaturas elevadas inciden de manera negativa en la piedra, que a pesar de ser resistente, ve incrementada la velocidad de deterioro biológico y envejecimiento.

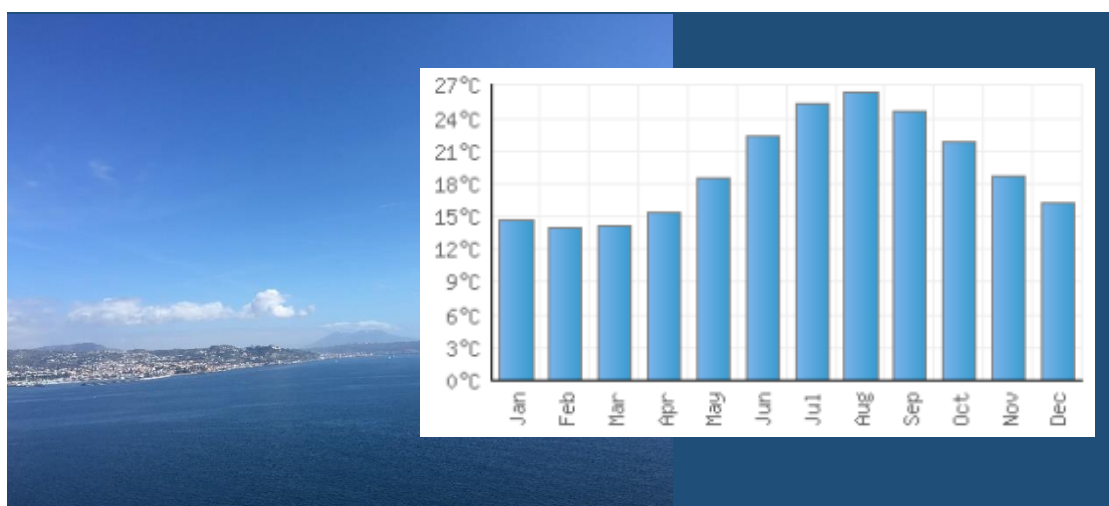


Figura 8. Temperaturas medias mensuales del mar de Baia (Bacoli) en grados centígrados, calculadas con datos de archivo de varios años, obtenidos a través de lecturas diarias de la temperatura superficial con el satélite NOAA.

- Contenido en agua/ humedad.

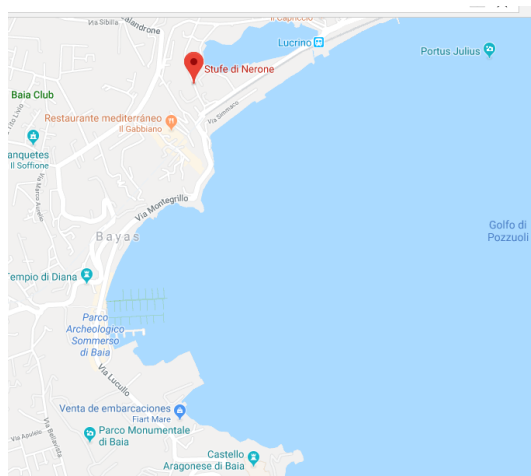
La humedad estructural o interna es aquella que contiene la escultura cuando alcanza un estado de equilibrio al ser sumergido en el agua. El mármol es más estable en este sentido: gracias a sus enlaces químicos es menos permeable y sólo se ve afectado cuando el carbonato cálcico (CaCO_3) de la calcita que forma parte de su composición química se disuelve en aguas que contienen dióxido de carbono (CO_2) gaseoso disuelto, formando un compuesto intermedio altamente soluble, el bicarbonato de calcio [$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$], pudiendo originar fracturas, exfoliación del sistema cristalino y pérdida de dureza, color, densidad y brillo.

- Naturaleza química del agua del mar: sustancias disueltas (sales, compuestos orgánicos y gases) y sin disolver (gas, sólidos orgánicos e inorgánicos).

¹⁵Temperatura media calculada a partir de los datos obtenidos de tres estaciones climatológicas en el Golfo de Pozzuoli (Bacoli, Pozzuoli y Bagnoli), proporcionados por la organización Sea Temperature.

- Los componentes mayoritarios (constituyen el 99,5%) son seis iones disueltos: Cl^- , Na^+ , SO_4^{2-} , Mg^{2+} , Ca^{2+} y K^+ . La salinidad viene determinada por la concentración de iones Na^+ y Cl^- . El agua marina de *Baia*, con un residuo seco de TSD = 8150 ppm (partes por millón)¹⁶, tiene un contenido en sales algo más elevado que la de otros mares¹⁷ cercanos, por lo que ha afectado más negativamente a la escultura: debido a una mayor diferencia inicial de concentración, las sales se traspasarán a la misma de manera más rápida, pudiendo producir grietas; además, las sales también producen abrasión, desgaste y cambian la apariencia visual de la obra.
- Entre los componentes minoritarios destaca:
El hierro (Fe^{2+} y Fe^{3+}), implicado en las reacciones redox. El Fe^{3+} es la forma dominante en el agua de mar oxidante, y la especie principal es $\text{Fe}(\text{OH})_3$.
Los compuestos de silicio (Si) también son importantes (SiO_2) por formar parte de la mayoría de incrustaciones (a pH=8, la especie predominante es H_4SiO_4).
Los compuestos del azufre (SO_2 , SH_2 , H_2SO_4): al tratarse de aguas termales de origen volcánico, presentan un alto contenido en azufre bivalente (S^{2-}) dando lugar a la sulfatación del carbono en rocas (caliza, mármol) que forma costras.
Los compuestos del nitrógeno (NO , NO_2 , NH_3 , HNO_3) producen alteración de la calcita. Oxidantes fotoquímicos (O_2 , peróxidos).
Los compuestos del carbono (CO , CO_2 , H_2CO_3) producen la carbonatación del mármol y dan lugar a eflorescencias salinas en la superficie, que afectan a óxidos y carbonatos. Los iones carbonato (CaO_3^{2+}) se ven afectados por el pH (un pH=8.5 causa la precipitación del carbonato de calcio, CaCO_3). En cuanto a los compuestos orgánicos, a pesar de la existencia de un gaseoducto que provee la Isla de *Procida* desde *Miseno*, las concentraciones de hidrocarburos policíclicos aromáticos son muy bajas, excluyendo un impacto antrópico significativo: [Carbono orgánico]= 0.23%; [Fosforo orgánico]= <1000 mg kg⁻¹; [Hidrocarburos ligeros (C<12) y pesados (C>12)]= 14,67-0,15 mg/kg.
Metales pesados (tales como Cr, Ni, Pb, Cd, Hg) en concentraciones extremadamente bajas, inferiores al límite de trazabilidad.

Iones	Cantidad (mg/L)
Sílice	127,70
Bicarbonatos	373,80
Cloruros	10932,16
Sulfatos	526,10
Sodio	6997,45
Potasio	257,11
Calcio	338,23
Magnesio	128,57
Hierro disuelto	0,03
Fósforo total	0,30
Estroncio	1,39
Litio	1,68
Bromo	1,95
Iodo	3,00

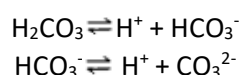


¹⁶Medida realizada con un medidor digital del “total de sólidos disueltos”, *TDS meter (hold)*, de la marca HM Digital, sobre una muestra tomada en el mar de *Baia* el día 30 de marzo de 2019.

¹⁷Se ha comparado con el agua de mar de Málaga, ciudad española donde no hay actividad vulcanológica ni termal, que tiene una salinidad de 8010 ppm, realizando la medida con un medidor digital del “total de sólidos disueltos”, *TDS meter (hold)*, de la marca HM Digital, sobre una muestra tomada el día 12 de abril de 2019.

Figura 9. (a) Tabla de la composición química del agua termal de Baia. (b) El punto rojo, correspondiente a las termas “Stufe di Nerone”, e indica el lugar donde fue tomada la muestra para el análisis.

- pH del agua del mar. El “Sistema de equilibrio CO₂ – carbonato” actúa como *buffer*, manteniendo el pH, y controlando la deposición de sedimentos marinos, que influyen de forma directa la conservación de la escultura sumergida: el oxígeno (O₂) y el dióxido de carbono (CO₂) son incluidos en las capas superficiales del mar por absorción de aire, la respiración aeróbica de animales y plantas y la descomposición de material orgánico por bacterias aerobias (limitado por la penetración de luz). El O₂ es absorbido físicamente por el agua del mar, mientras que el CO₂ y el agua de mar reaccionan químicamente, formando ácido carbónico: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$. Este ácido se disocia, a continuación, en dos pasos:



El agua de mar rica en oxígeno es muy oxidante (pierde electrones), aunque estas reacciones redox también pueden ocurrir en ausencia de oxígeno disuelto en el agua, ya que se considera una transferencia de electrones desde un átomo hasta otro.

- Corrientes marinas. Afecta seriamente a la conservación, arrastrando y desplazando la escultura por el fondo marino en diferentes direcciones y sentidos, con una fuerza variable que da lugar a daños físicos como la rotura, abrasión, erosiones, fracturas o fisuras que debilitan su estructura y la predisponen para daños mayores. Son la principal causa de erosión, ya que, al mover constantemente la arena del fondo marino, pueden ocultar la escultura o hacerla aflorar, influyendo en el crecimiento no uniforme del *biofouling*. El modelo de circulación de las aguas del Golfo de Pozzuoli está influenciado por la compleja y particular topografía de su cuenca.

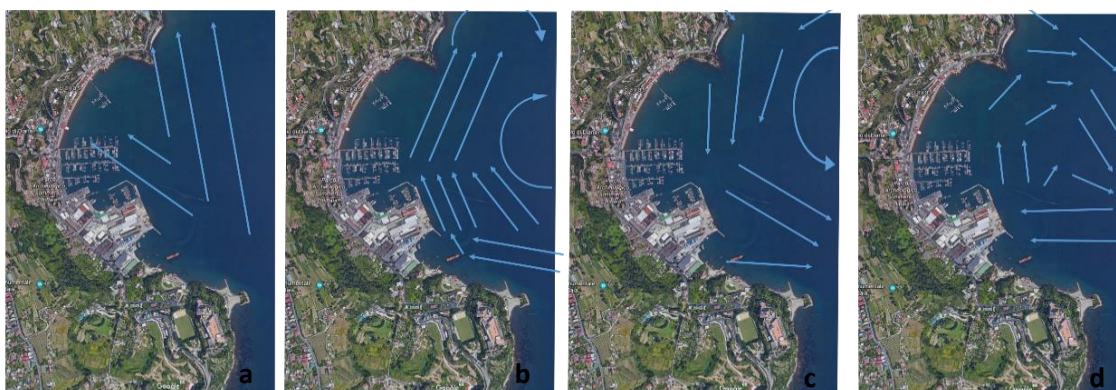


Figura 10. Diagrama que representa la dirección y el sentido de las corrientes marinas en Baia en las diferentes estaciones del año: (a) enero; (b) abril; (c) julio; (d) octubre.

- Luz. Es una radiación electromagnética (REM), capaz de producir alteraciones en la materia en función del tiempo de exposición. En nuestro caso, la escultura en mármol es un material poco sensible y apenas se ve afectado porque, aunque el límite “oficialmente aceptado” de exposición de la piedra sea de 300 lux, ésta no presenta ninguna policromía. Además, en el

medio acuático, no todo el flujo luminoso (ρ)¹⁸ llega al fondo marino, incidiendo sobre *Zeus en trono*. La profundidad a la que la luz puede penetrar dependerá de la longitud de onda (λ) y de las propiedades físicas de la luz (absorción, reflexión, difracción, difusión, transmisión). En el agua clara, este valor es de unos 10 metros entre $\lambda = 0.5-0.6 \mu$, disminuyendo hasta los 10 cm entre $\lambda = 0.8-1.1 \mu$. Por tanto, al incrementarse la profundidad del agua, la reflexión (a cualquier longitud de onda) desciende. El valor ronda el 5%; entonces, si la radiación global anual en *Baia*¹⁹ es de 1538 kWh/m², sólo un 95% de este valor podría haber llegado a incidir, como máximo, en nuestra escultura. Si el agua además presenta turbidez, la respuesta espectral va a estar influenciada por ésta.

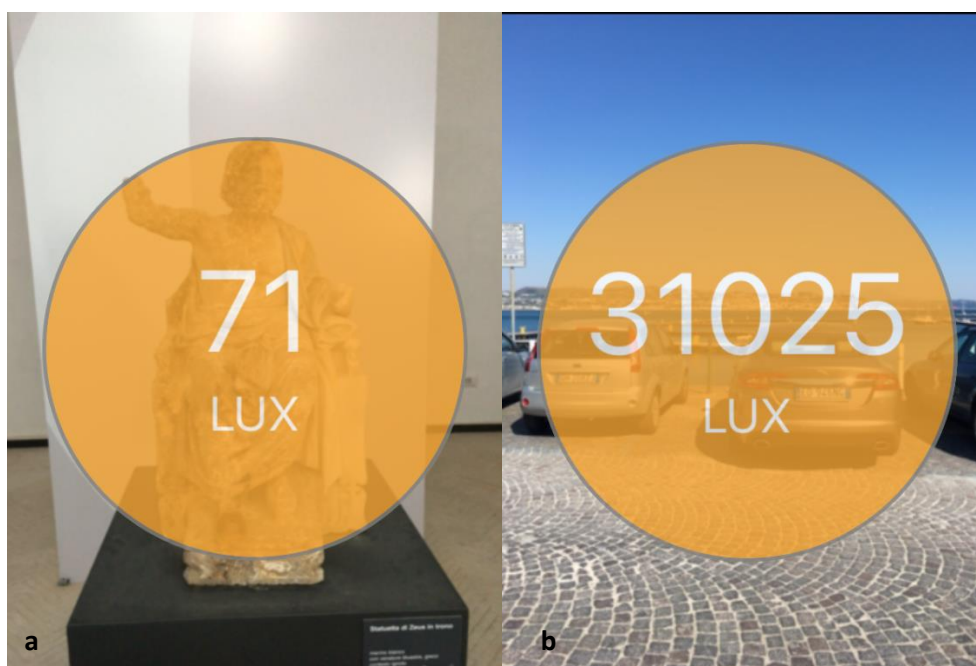


Figura 11. Medición del flujo luminoso con luxómetro. (a) Mientras que a cielo abierto, en la entrada al PAS de Baia se registran 31025 lux, (b) sobre la escultura de “Zeus en trono” expuesta en el MACF se registran 71 lux (medición realizada el 30 de marzo de 2019, en día soleado, con temperatura media exterior de 14.5°C).

- Tipo de fondo marino: La Bahía de *Baia*, con su característica forma de semicírculo, es el remanente de un antiguo cráter de explosión de aproximadamente 8000 años. Toda el área que se extiende desde Punta del Epitafio hasta el Castillo Aragonés constituye la empinada falda interna de este cráter de más de 1 km de diámetro, cuyo fondo, situado bajo el mar, conserva aún la típica morfología volcánica tronco- cónica de un embudo ancho y hundido. Del estudio granulométrico, morfológico y estratigráfico se deduce que la naturaleza dominante del fondo es esencialmente arenosa en las zonas próximas a la costa, y con sedimentos finos (arena fina, limo, arcilla) en las zonas más alejadas. De acuerdo a esto, la erosión mecánica que ha sufrido *Zeus en Trono* debida al impacto con la arena o arrastre por el fondo ha sido de tipo más fino. También condiciona el tipo de especies biológicas dominantes que han colonizado la escultura, y la reflexión de la luz natural que llega desde el exterior.

¹⁸ Cantidad de luz emitida en todas las direcciones por una fuente, en nuestro caso concreto, el sol. Se mide en Lumen (lm).

¹⁹ Radiación solar global diurna media mensual sobre superficie horizontal, calculada según la tabla de datos obtenida de la base de datos ENEA-SOLTERM.

- Contaminación natural: Los sedimentos (material orgánico e inorgánico) presentes en el mar y que se acumularon en la escultura proceden de la erosión de la tierra y la línea de costa. Una cuarta parte está disuelta en solución, mientras que el resto es materia en forma coloidal o partículas suspendidas. Estas formas disueltas se convierten en sólidas para que el mar mantenga constante su composición, a través de reacciones de precipitación, adsorción, procesos biológicos, y se convierten en parte del sedimento. El tamaño de partícula, el grado de compactación, y el contenido de agua determinan las características físicas e influyen en las reacciones químicas que ocurrirán (Pearson, 1987).

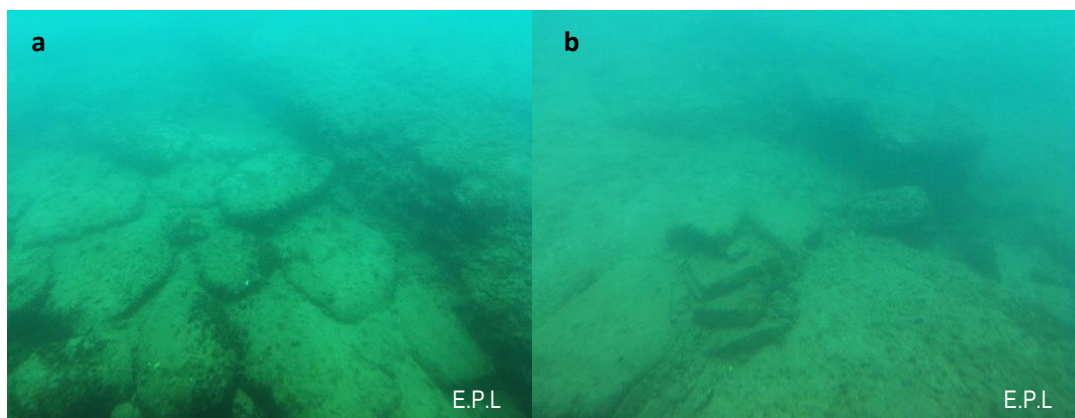


Figura 12. Sedimentos marinos en Baia: (a) sobre restos de calzada romana y (b) sobre restos de basamento y columna en Punta del Epitaffio.

- Contaminación de origen antrópico. Encontramos un punto de inflexión en la declaración del AMP en 2002. La escultura de *Zeus en Trono* fue adquirida por el *Getty Museum* en 1992, por lo que su extracción del mar hubo de ser anterior; en aquel entonces, las actividades industriales, vehículos motorizados, barcos pesqueros, embarcaciones de recreo, y la generación de energía para abastecer a la población local emitía una importante cantidad de partículas fijas y CO₂, CO, NO_x e hidrocarburos (gases, sólidos o líquidos que iban a parar al mar, originando la costra negra sobre la superficie escultórica por transformación de los compuestos primarios).

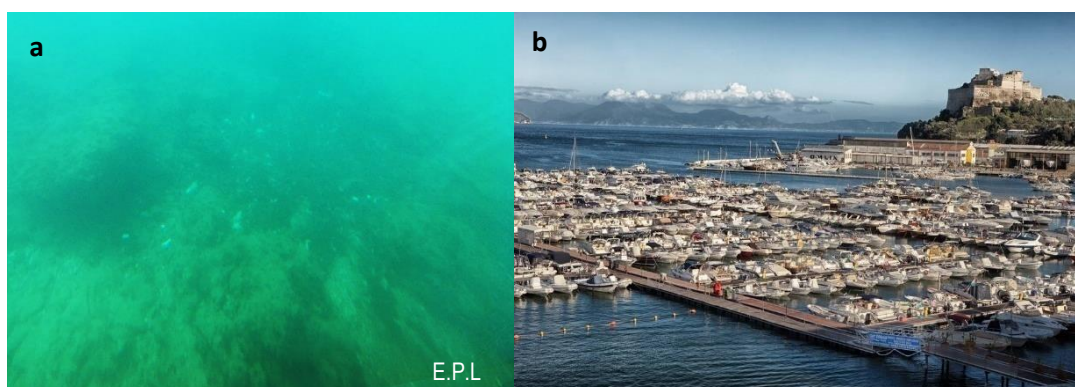


Figura 13. (a) La contaminación antrópica también llega al PAS a través de las corrientes marinas. En la imagen se muestran restos de bolsas y otros plásticos, en Punta del Epitaffio; (b) Actividades marítimas reguladas y restringidas, pero aún permitidas en algunas zonas del PAS.

B.2- Desastres naturales. El área Flegrea (que recibe su nombre del griego *phlegràios*, *φλεγυρος*, ardiente) constituye un complejo conjunto de más de veinte conos volcánicos, entre los que se encuentran *Agnano*, *Astroni*, la *Solfatara* y *Baia*, generados por diversos ciclos de erupciones, las cuales han dado lugar al mayor súper-volcán en estado de quiescencia de Europa. A la actividad volcánica se ligan los fenómenos del bradisismo y termalismo (las fuentes termales son hoy muy reducidas con respecto a las existentes en Edad Antigua), que han producido efectos con acción múltiple sobre la escultura sumergida, debido a acciones mecánicas, temperaturas elevadas y la composición química del agua, como se explica en el apartado anterior (B.1).



Figura 14. Complejo de conos volcánicos que constituyen el súper volcán de los Campos Flegreos.

B.3- Factor antrópico

Aquí se incluye toda acción (directa o indirecta) realizada por el ser humano que haya podido producir deterioro sobre *Zeus en trono*. Las actividades más significativas eran las relacionadas con el puerto comercial de *Baia*, como las vibraciones y daños físicos producidos por las embarcaciones o la pesca. Pero la más peligrosa en términos de conservación fue la extracción y expolio por contrabandistas de arte, ya que desconocemos si en el proceso estuvieron implicados profesionales que ayudaron a minimizar el choque que sufrió la escultura al cambiar de medio, viéndose obligada a establecer un nuevo equilibrio. A esto hay que sumarle el posible deterioro físico debido a una incorrecta manipulación, transporte y almacenamiento; o por las intervenciones, tratamientos y productos utilizados en su tentativa de conservación y restauración, si es que los hubo.

2.1.3.2- MECANISMOS.

La zona del medioambiente marino más importante con respecto al deterioro de los materiales es la que está directamente asociada a ellos. Esta zona de contacto suele ser una interfaz sólido-líquido (objeto- agua de mar), en cuyas zonas limítrofes ocurren gran variedad de reacciones físicas, químicas y biológicas.

Debido a las bajas concentraciones de los reactivos, las reacciones en el agua del mar abierto ocurren muy lentamente; pero en los límites de la interfaz, éstas ocurren con una velocidad mayor porque los reactivos se concentran por adsorción, absorción, precipitación, intercambio iónico y procesos biológicos. Es preciso conocer la naturaleza de los materiales constitutivos de la escultura (considerando las propiedades del mármol) y el medio marino para poder interpretar los cambios y deducir qué deterioro físico, químico o mecánico ocurrió bajo agua.

Afortunadamente, la piedra no se deteriora rápidamente por la inmersión en el mar. Los problemas más significativos son los daños físicos, químicos y estéticos causados por los organismos biológicos y el propio mar (Pearson, 1987).

2.1.4- PROPUESTA DE ANÁLISIS CIENTÍFICOS APLICADOS A LA CONSERVACIÓN DE LA ESCULTURA ZEUS EN TRONO.

A la hora de estudiar las condiciones ambientales y el estado de conservación de la escultura que nos ocupa, nos podemos ayudar del análisis empírico organoléptico y de análisis científicos, de naturaleza biológica y física principalmente.

- Análisis biológicos

Para la descripción taxonómica e identificación de microorganismos euendolíticos responsables del *microboring*, se propone la técnica de encapsulado en resina de poliéster, que permite obtener moldes de los patrones de bioerosión (Ricci y Davidde, 2012).

- Análisis espectroscópicos

- La fotografía con luz difusa o convencional permite la documentación antes, durante y después de las intervenciones sobre el bien; la fotografía con luz rasante (paralela a la superficie o en ángulo agudo) y macrofotografía acentúan los defectos de la superficie, permitiendo analizar el deterioro físico y químico causado principalmente por los organismos biológicos.
- Análisis microscópicos. Algunos tipos de bioerosión (como el *microboring*) se observan exclusivamente a través de análisis SEM, que bombardea con un haz de electrones una mínima cantidad de muestra (previamente metalizada) originando una imagen en blanco y negro.
- Espectrofotometría IR. Es una técnica de análisis molecular (cualitativo) que aporta información indirecta sobre una molécula a través de los grupos funcionales que la

componen. Se obtienen espectros de absorción o transmitancia, útiles en la monitorización del proceso de degradación del bien.

- Espectroscopia Raman. A través de un láser que incide sobre la materia, se obtiene un espectro que aporta información estructural útil para la identificación de productos de degradación y la monitorización de procesos de degradación superficial.
- Radiografía, gammagrafía y TAC. Análisis útiles para la determinación de la estructura de la escultura, los materiales constitutivos y la técnica de elaboración.
- Difracción de rayos X. Análisis mineralógico (composición cristalina) que ayuda a establecer la historia y el contexto del bien analizado, las características fisicoquímicas, el estado de conservación, los productos de alteración superficiales, su procedencia y las técnicas de elaboración.
- Fluorescencia de rayos X. Informa de la cantidad presente de un elemento determinado, por lo que es útil para la caracterización de materiales constitutivos, productos de alteración, y determinación del grado de deterioro de la escultura.

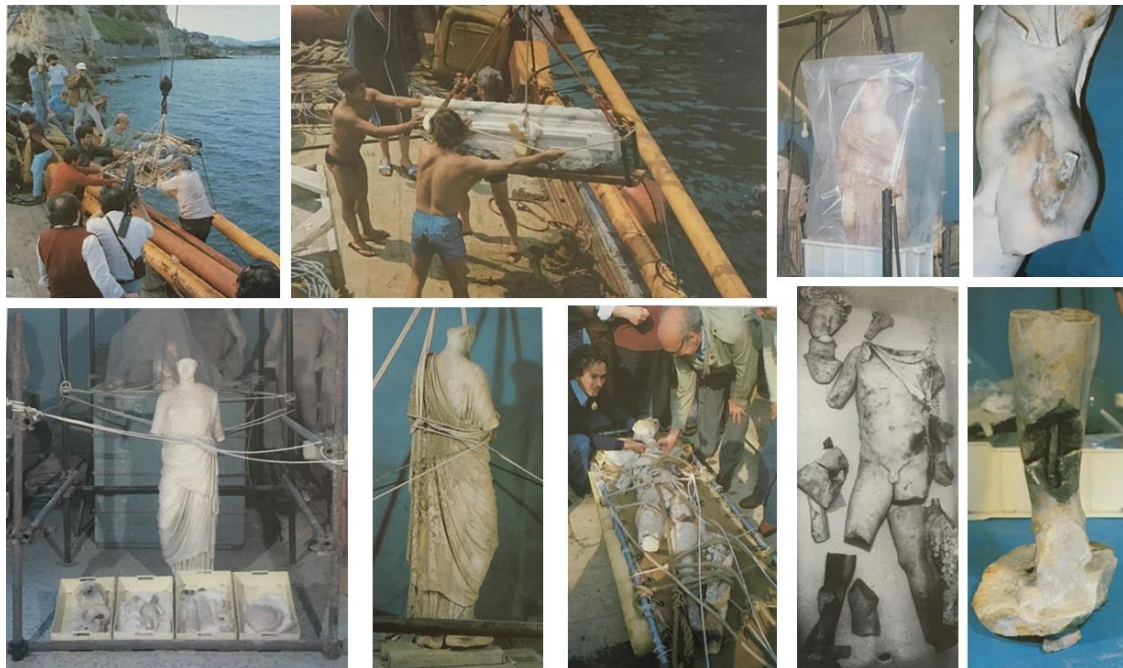


Figura 15. Algunas imágenes de archivo del proceso de extracción documentada (a diferencia de la extracción de "Zeus en Trono") de esculturas en el PAS de Baia y posterior tratamiento.

2.2- MATERIALES Y MÉTODOS

La cantidad de material arqueológico que poco a poco emerge y se descubre en el PAS de *Baia* es ingente. Tanto es así, que en la actualidad no existe un inventario de carácter público donde poder consultar los bienes individuados, entre los que encontramos tipologías muy diversas: piezas de metal y cerámica, frescos y especialmente material de mampostería, calzadas, mosaicos y esculturas en piedra. Debido a esta gran diversidad, nos vemos obligados a acotar los bienes objeto de estudio, habiendo seleccionado por su accesibilidad y representatividad la escultura de *Zeus en Trono*.

A lo largo de este epígrafe, se va a comparar el deterioro sufrido por la escultura de mármol *Zeus en Trono*, procedente del medio subacuático, con otra escultura en mármol de la misma época y características, procedente de medio terrestre, *Júpiter Ciampolini*, con el objetivo de individuar las alteraciones específicas de este tipo de bienes.

2.2.1- Caracterización de las esculturas. Ficha técnica.

- Zeus en trono



Figura 16. Escultura de Zeus en Trono, frontal (izquierda) y lateral izquierdo (derecha), MACF.

- Denominación: Zeus en Trono.
- Fecha de ejecución, estilo: siglo I a.C. (100 a.C.), clásico.
- Autor: desconocido.
- Procedencia: santuario privado de una Villa (aún por identificar) de la antigua ciudad sumergida de *Baia*, Nápoles (NA), Italia.
- Localización: *Almacén de pólvora de san Antonio* (Figura 4), Castillo Aragonés de *Baia*, sede del MACF (desde octubre de 2018). Anterior a esta fecha, se expuso durante 26 años en la *Getty Villa, Galería 106, Basilica*; departamento de antigüedades, *Getty Museum* (Los Ángeles).
- Ubicación: Via Castello, 39, 80070 Bacoli Nápoles (NA), Italia.
- Técnica de ejecución: Talla en mármol y presumible (pero no constatado analíticamente) ensamblaje de piezas mediante uniones con pernos de hierro.
- Materiales constitutivos: inorgánicos. Pétreo: mármol blanco griego-insular con vetas azules.
- Intervenciones anteriores: Presencia de elementos metálicos. A falta de documentación analítica, y según el conservador del *Getty Museum*, Jeff Maish: “Una cosa mencionada en la *documentación de la condición* es que el mármol fue restaurado en la antigüedad y consta de varias partes. Esto también puede deberse al proceso constructivo, y es un área interesante para la investigación”(Jeff Maish, comunicación personal, 23 de mayo de 2019).
- Dimensiones (altura x anchura x profundidad): 74 cm x 46 cm x 45.6 cm
- Propietario: Ministerio de bienes y de las actividades culturales y del turismo (MiBAC), bajo la tutela de la Superintendencia para los bienes arqueológicos de Nápoles y Caserta.
- Nivel de protección: Bien arqueológico.
- Función y uso: decorativo, votivo.
- Sistema expositivo: situado sobre una peana sin protección (desde octubre de 2018).
- Breve descripción: La escultura representa a un majestuoso Zeus, dios de dioses griego (Júpiter para los romanos), con aspecto severo y mirada poderosa, cabellos y barba rizados, sentado sobre un trono, y vestido únicamente con un manto dispuesto sobre el hombro izquierdo y sus dos piernas con sutiles pliegues, dejando el torso desnudo. El brazo izquierdo de Zeus, cubierto por el manto, descansa apoyado sobre el trono; mientras que el brazo derecho se alza en un gesto que aporta dinamismo a la escultura. La pierna izquierda retraída contrasta con la derecha, que se extiende hacia el frente acompañando el movimiento del brazo. La mano y el pie derechos son dos elementos faltantes.

- *Júpiter Ciampolini* o Zeus en Trono Farnese



Figura 17. Escultura *Júpiter Ciampolini*, frontal (izquierda) y lateral izquierdo (derecha), (MANN, Nápoles).



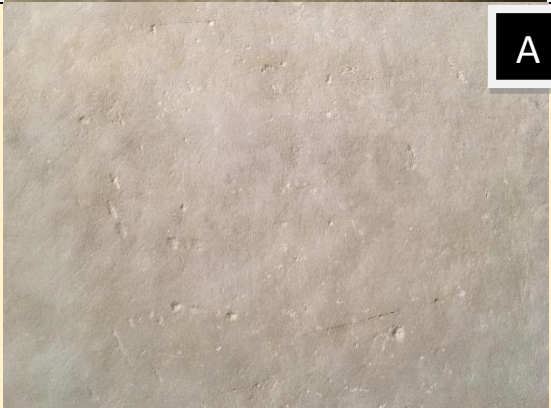
- Denominación: *Júpiter Ciampolini* o Zeus en Trono Farnese
- Fecha de ejecución, estilo: siglo I a.C. (copia romana de un original griego del siglo III a.C. creada por Fidias).
- Autor: desconocido.
- Procedencia: Desconocida. Desde el siglo XVI, formaba parte de la colección de escultura clásica de la Villa Madama (Roma) pasando a formar parte de la Colección *Farnese* poco tiempo después.
- Localización: Sala 15, *Sculture Farnese*, Planta Baja, Museo Arqueológico Nacional de Nápoles (MANN).
- Ubicación: Piazza Museo, 19, 80135, Nápoles, Italia.
- Técnica de ejecución: Talla en mármol.
- Materiales constitutivos: inorgánicos. Pétreo: mármol blanco a grano fino con pátina amarillenta, probablemente pentélico.
- Intervenciones anteriores: restauración con yeso del talón del pie derecho y parte del taburete donde lo apoya. En el lateral izquierdo se observan tres marcas de grapas (metal) con rastros de plomo. Signos de antiguas intervenciones también en la parte superior del lado derecho del trono.
- Dimensiones (altura x anchura x profundidad): 155 cm x 112,5 cm x 96 cm.
- Propietario: Ministerio de bienes y de las actividades culturales y del turismo (MiBAC).
- Nivel de protección: Bien arqueológico.
- Función y uso: decorativo, votivo.
- Sistema expositivo: situado sobre una peana sin protección.
- Breve descripción: Júpiter (nombre que los romanos daban al dios griego Zeus) está sentado sobre un trono minuciosamente decorado. Sólo se conserva la mitad inferior de la escultura, en la que un paño con pliegues pesados cubre las piernas del dios hasta los tobillos, dejando a la luz sólo los pies. La pierna derecha se extiende hacia el frente, mientras que la izquierda se recoge hacia atrás, apoyando completamente la planta del pie sobre la base del trono.

2.2.2- CATÁLOGO DE ALTERACIONES. DIAGNÓSTICO Y ESTADO DE CONSERVACIÓN: COMPARACIÓN CON ESCULTURA DE REFERENCIA PROCEDENTE DE MEDIO TERRESTRE


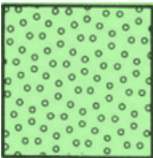
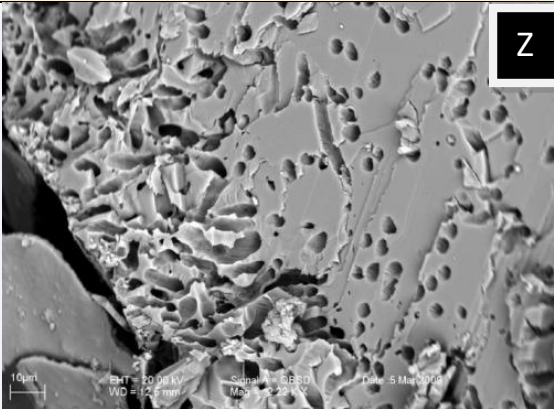
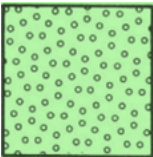
La escultura de *Zeus en Trono*, procedente del medio subacuático, presenta alteraciones de tipo biológico principalmente; mientras que la escultura de *Júpiter Ciampolini*, procedente del medio terrestre, presenta alteraciones físicas y mecánicas. A continuación, se expone una tabla comparativa entre ambas, en la que se indican las principales alteraciones evidenciando su presencia o ausencia en cada una de las esculturas.


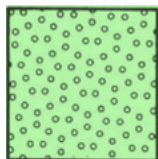


Se han marcado con la inicial Z (y fondo azul) aquellas partes de la tabla que hacen referencia a la escultura de Zeus, y con la letra A (y fondo naranja) las correspondientes a la escultura de Júpiter. Aquellas partes de la tabla no marcadas, son comunes a ambas esculturas. La “Localización en el bien” y la “Valoración de la incidencia en el bien” hacen siempre referencia a la escultura objeto de estudio, *Zeus en Trono*.


El mapa de daños de ambas esculturas se adjunta a continuación de la tabla.


CATÁLOGO DE ALTERACIONES				
Todo tipo de modificación en la forma y tamaño de la escultura				
DENOMINACIÓN	DESCRIPCIÓN	CAUSA	DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA	SIMBOLOGÍA ²⁰
1.- ABRASIÓN, EROSIÓN Y DESGASTE SUPERFICIAL	Una parte de la superficie del material (mármol) se consume a causa del uso y el rozamiento, dejándola deslucida y con un aspecto diferente al inicial.	Fricción del material de soporte (mármol) debido a la acción abrasiva de la arena del fondo marino junto con las corrientes marinas. Se observa que el aspecto del Zeus procedente de medio subacuático presenta una superficie más desgastada y pulverulenta.	 Z	
		Fricción del material de soporte (Mármol) a lo largo del tiempo y por la manipulación, limpieza, etc. El desgaste superficial en la escultura procedente de medio terrestre es menos abrasivo, observándose arañazos y pequeños “piquetes” en la piedra.	 A	

²⁰ Basada en el *Código Normal* italiano, que establece una única simbología para mapas de daños en el ámbito de la restauración de frescos, mosaicos y materiales pétreos.

<ul style="list-style-type: none"> Macro boring 	<p>Destrucción total de algunas partes del objeto.</p>	<p>En muchas ocasiones, debido a la acción combinada de clonides o esponjas y bivalvos (microorganismos eucariotas y procariotas endolíticos).</p>	 <div data-bbox="1848 236 1908 306" style="position: absolute; top: 148px; left: 825px; background-color: black; color: white; padding: 2px 5px;">Z</div>	
		<p>No presente</p>		
<ul style="list-style-type: none"> Micro boring 	<p>Presencia generalizada de bioerosión microscópica visible únicamente al SEM. Facilita el desarrollo de otros agentes biodeteriorantes al minar la resistencia de la piedra.</p>	<p>Causada por la actividad endolítica de microorganismos autótrofos y heterótrofos.</p>	 <div data-bbox="1848 887 1908 957" style="position: absolute; top: 556px; left: 825px; background-color: black; color: white; padding: 2px 5px;">Z</div> <p style="font-size: small; margin-top: 5px;">10µm EHT = 20.0kV VWD = 12.6mm SEM-EDX 5 Mar 2016</p> <p>(Ricci y Davidde, 2012)</p>	
		<p>No presente</p>		


<ul style="list-style-type: none"> Picaduras o pitting 	<p>Tipo más frecuente de bioerosión</p>	<p>Causada por esponjas endolíticas de la familia <i>Clionidae</i> (la especie más frecuente en el Mediterráneo es <i>Clionacelatagran</i>), cuyas células (amebocitos) son capaces de excavar galerías y cámaras en la piedra a través de mecanismos químicos (emisión de ácidos) y físicos (separación mecánica de micro fragmentos del orden de μm) (Ricci y Davidde, 2012). En la fase inicial de desarrollo (fase alfa), la esponja vive dentro del sustrato calcáreo, por lo que sólo podemos observar sus canales de inhalación y exhalación amarillos.</p>		<p>Z</p>	
No presente					
<p>LOCALIZACIÓN EN EL BIEN: distribución generalizada por toda la escultura, de manera más evidente en toda su la parte derecha.</p>					
<p>VALORACIÓN DE LA INCIDENCIA EN EL BIEN: Afecta a la integridad superficial del material. Aproximadamente, se ve afectado un 70% de la obra.</p>					
<p>2.- AGUJEROS, ALVEOLIZACIÓN Y PERFORACIONES</p>	<p>Falta o pérdida material en forma de abertura más o menos redondeada, atravesando el material o sólo en la superficie.</p>	<p>1. Galerías y agujeros de origen biológico: -Moluscos bivalvos: dan lugar a cavidades de distinto tamaño según su propio crecimiento. La morfología y dimensión de la perforación se puede utilizar para identificar la especie colonizadora en ausencia de la concha. La especie más común encontrada en los ejemplares de Baia es <i>Lithophaga lithophaga</i>, cilíndrica y alargada. Esta especie coloniza la roca calcárea perforando canales lisos mediante secreciones químicas (una mucoproteína disuelve la piedra caliza al quelar los iones calcio). Otras especies son</p>		<p>Z</p>	


		<p><i>Gastrochaena dubia</i>, <i>Petricola lithophaga</i> <i>Retzius</i> y <i>Coralliophaga lithophagella</i>. <i>Rocellaria dubia</i> es un molusco que perfora la piedra dando lugar a agujeros dobles en forma de “8”.</p> <p>-Anélidos. Especialmente del género <i>Polydora</i> (<i>polychaeta spionidae</i>), asociado generalmente a sustratos calcáreos (corales), algas, bivalvos y gasterópodos que eliminan el carbonato de calcio de la piedra dando lugar a galerías en forma de U a través de un mecanismo químico (disolución ácida), mecánico (erosión) o combinado.</p> <p>2. Elementos metálicos de unión de piezas.</p>		
--	--	--	---	--


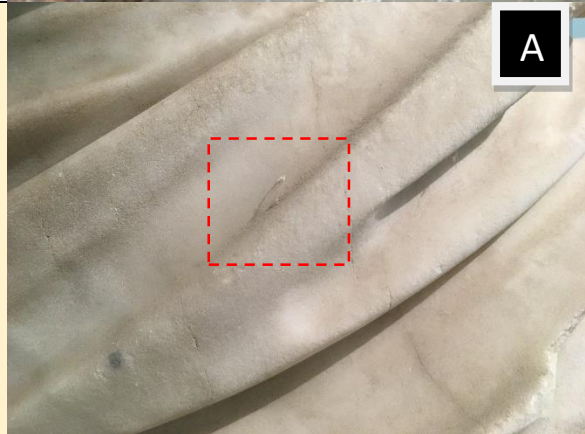

		<p>Debidos a clavos de forja y otros elementos metálicos constituyentes o de sujeción. Son orificios con una forma definida y limpia, correspondientes al elemento que se inserta o está insertado en él.</p>		
<p>LOCALIZACIÓN EN EL BIEN: perforaciones de origen biológico distribuidas de manera generalizada por toda la escultura, más evidente en la parte derecha. Perforación por elemento metálico de unión en el pie derecho.</p>				
<p>VALORACIÓN DE LA INCIDENCIA EN EL BIEN: Afecta a la integridad del material y su estructura; no se sabe con seguridad el porcentaje de la obra afectado, pues precisaríamos de un estudio con rayos X para ver el alcance de los orificios, pero aproximadamente (y siempre desde la hipótesis) será sobre el 40%.</p>				

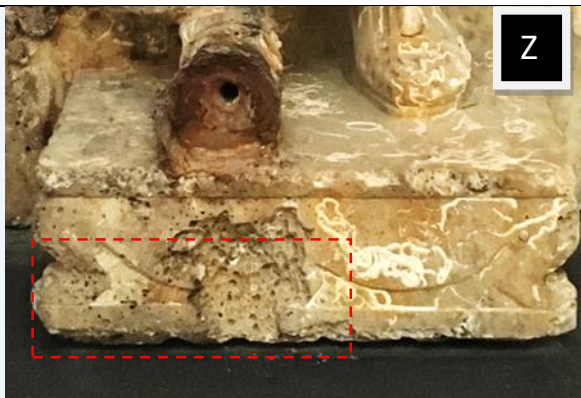






33



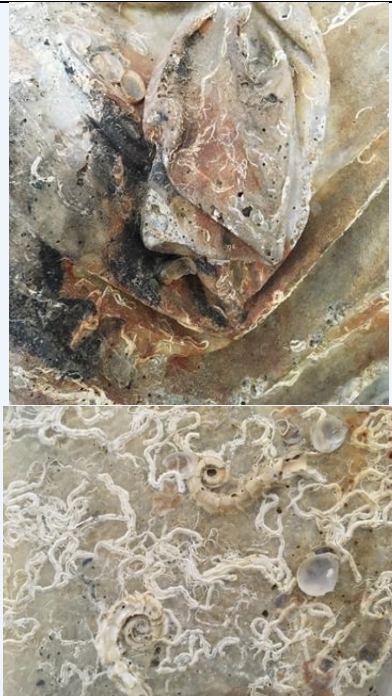
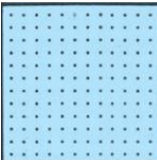
		<ul style="list-style-type: none"> -Antrópica: manchas de producto similar a pintura, depositada y en forma de goterones. -Química. Por transferencia de color de otros materiales o reacciones químicas y/o fotoquímicas (por ejemplo, manchas de óxido procedente de elementos metálicos). -Humedad (manchas oscuras con bordes más oscuros y cambios cromáticos). -Depósitos superficiales (polvo). 		
--	--	--	---	--



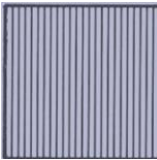
					
<p>LOCALIZACIÓN EN EL BIEN: se localiza de forma generalizada en toda la escultura, siendo más evidente en la zona derecha del anverso, donde se ve un claro corte entre ambas mitades de la escultura a la altura de la cabeza. Se distinguen manchas de color oscuro, casi negro, a la altura de la cabeza y los pliegues del manto de Zeus, siempre en el lado derecho, y en la parte derecha del reverso; y manchas de color anaranjado- rojizo debidas a la oxidación de elementos metálicos en combinación con el agua, principalmente cubriendo todo el busto y el pecho de la escultura en el anverso, y una franja vertical en la zona izquierda por el reverso.</p>					
<p>VALORACIÓN DE LA INCIDENCIA EN EL BIEN: Afecta únicamente a la superficie de la escultura; aproximadamente se ve afectado un 90% de esa superficie.</p>					


<p>4.- DEPÓSITOS SUPERFICIALES</p>	<p>Sedimento o concentración de material residual (estratificado o no) que se encuentra sobre el sustrato más externo del material; generalmente, con una baja cohesión.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Detritos y restos biológicos procedente de organismos vivos o muertos (fósil, exoesqueleto, concha, excrementos, etc.). - Partículas depositadas. 	 	
<p>LOCALIZACIÓN EN EL BIEN: se localiza de forma generalizada en toda la obra, en la zona superficial derecha.</p> <p>VALORACIÓN DE LA INCIDENCIA EN EL BIEN: Afecta a la integridad del material, produciendo gran impacto visual a todo aquel que observa la escultura. Se ve afectada aproximadamente un 70% de la superficie de la escultura.</p>				



5.- DESCOHESIÓN, DISGREGACIÓN.	Falta de unidad entre las partes, materia o materiales que forman la escultura, presentando aspecto “pulverulento”.	<ul style="list-style-type: none">- Pérdida de adherencia y unión.- Movimientos cíclicos por oscilación de las condiciones ambientales subacuáticas y cambio de condiciones tras la extracción a entorno atmosférico.- Influencias mecánicas.- Acción de microorganismos.	 <div>Z</div>	
		<ul style="list-style-type: none">- Pérdida de adherencia y unión.- Movimientos cíclicos por oscilación de las condiciones atmosféricas.- Influencias mecánicas.	 <div>A</div>	
LOCALIZACIÓN EN EL BIEN: se localiza principalmente en los bordes y esquinas de la peana, trono y el brazo derecho.				
VALORACIÓN DE LA INCIDENCIA EN EL BIEN: Afecta a la superficie del material y a su estructura, ya que un soporte descohesionado no mantendrá sus propiedades físicas ni mecánicas o de resistencia, por la pérdida de las uniones intermoleculares de sus átomos, volviéndose más débiles ante los esfuerzos que ha de soportar; aproximadamente se ve afectado un 40% de la obra.				
6.- EFLORESCENCIAS SALINAS	Depósito pulverulento, seco y blanquecino en la superficie del mármol, resultante de la precipitación y posterior	Química: <ul style="list-style-type: none">- Presencia de humedad (capilaridad, condensación) o infiltración de agua.	No presente. En el momento de la extracción (ilegal), la escultura es MATERIAL PÉTREO + SALES. Se desconoce si fueron eliminadas en otras intervenciones.	


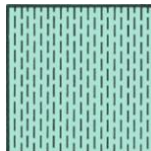

	cristalización de sales solubles en agua, que se depositan en superficies secas que han tenido humedad al evaporarse el agua de cristalización de las sales.	- Material poroso que contiene sales solubles.	No presente.	
LOCALIZACIÓN EN EL BIEN: No presente				
VALORACIÓN DE LA INCIDENCIA EN EL BIEN: No presente				
7.- FISURAS	Grieta, corte o hendidura irregular, de ancho inferior a 1 mm (si es superior, se denomina grieta), producida en el material, que no llega a romperlo o dividirlo del todo (no atraviesa el soporte de extremo a extremo).	No presente		
		Mecánicas: - Los movimientos cíclicos de contracción-dilatación por oscilaciones climáticas producen tensiones que, liberadas en las zonas + frágiles del mármol, produce grietas irregulares en forma y distribución, pudiendo llegar a ser muy profunda y separando fragmentos.		
LOCALIZACIÓN EN EL BIEN: No presente.				
VALORACIÓN DE LA INCIDENCIA EN EL BIEN: No presente.				
		No presente.		

<p>8.- GRIETAS FRACTURAS Y GRIETAS</p>	<p>Hendidura o abertura irregular longitudinal, de ancho mayor de 1 mm, que se hace en un cuerpo sólido (Si el ancho es inferior a 1 mm se denomina <i>fisura</i>). Generalmente, atraviesan el soporte de un extremo al otro.</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Acciones externas. Causas mecánicas y físicas. - Defectos del material. - Ineficacia sistemas de sujeción. -Desmontaje de piezas originales y recolocación. 		
<p>LOCALIZACIÓN EN EL BIEN: No presente.</p>				
<p>VALORACIÓN DE LA INCIDENCIA EN EL BIEN: No presente.</p>				
<p>9.- INCRUSTACIONES</p>	<p>Elementos penetrados violentamente en otro, o adheridos a una superficie creando una costra dura que la cubre.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Suciedad + absorción agua = costra. - Detritos y restos biológicos procedente de organismos vivos o muertos (fósil, exoesqueleto, concha, excrementos, etc.). 		<p>Z</p> 

		Suciedad + absorción humedad = costra.		
LOCALIZACIÓN EN EL BIEN: se localiza en la zona derecha de la escultura, en el anverso a la altura del rostro de Zeus, en los pliegues laterales del manto, zona central a la altura de la rodilla y en el reverso a la mitad del trono.				
VALORACIÓN DE LA INCIDENCIA EN EL BIEN: Afecta a la superficie del mármol, desvirtuando su lectura estética y visual; aproximadamente se ve afectado un 15% de la obra.				
10.- LAGUNAS, PARTES FALTANTES O PÉRDIDAS	Caída, pérdida de volúmenes, carencia, omisión, hueco, vacío o falta de zonas que se produce por desaparición de material constitutivo de la obra y que, inicialmente, estaban presentes.	<p>Mecánica: golpe, fricción, movimientos del soporte, etc. En el medio subacuático o durante su expolio: extracción, transporte y manipulación, almacenamiento (como se piensa que ha ocurrido con el pie derecho).</p> <p>Biológicas: Pérdida total de elementos de la escultura debido a la acción física y química de los organismos biológicos (como se piensa que ha ocurrido con la mano derecha).</p>		

		<p>Físicas: golpe, fricción, movimientos del soporte, etc. durante su vida útil y sobre todo, en el momento del abandono.</p> <p>Uso, desgaste, pérdida de estabilidad, etc.</p>		
<p>LOCALIZACIÓN EN EL BIEN: se localiza en la zona derecha de la escultura (mano y pie).</p>				
<p>VALORACIÓN DE LA INCIDENCIA EN EL BIEN: Afecta a la integridad del material por eliminación, a su estructura (dejando la escultura incompleta) y a la lectura de la obra; aproximadamente se ve afectado un 5% de la obra.</p>				
11.- MUTILACIONES	<p>Parte o elemento original faltante en la obra, que ha sido cortado o eliminado, normalmente de manera irreversible, de forma intencionada o no.</p>	<p>Antrópica: cambio de gusto estético, reubicación, adaptación del formato de la obra, vandalismo, descuido.</p> <p>Intervenciones anteriores.</p>		

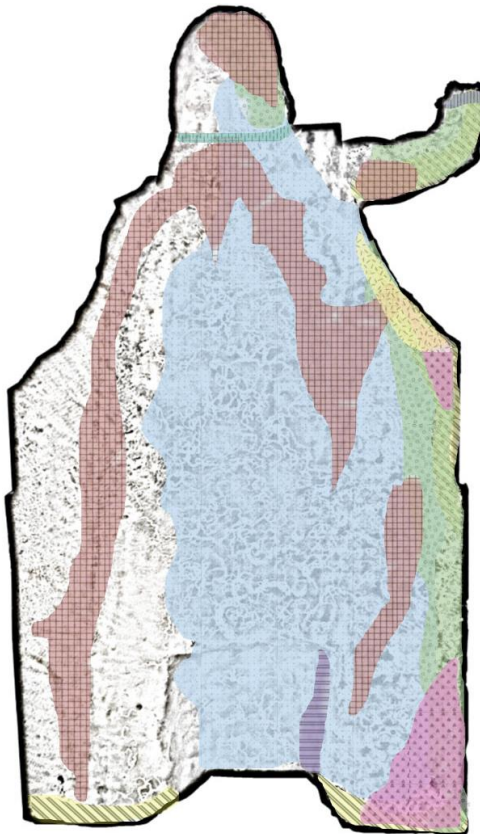
LOCALIZACIÓN EN EL BIEN: No presente.				
VALORACIÓN DE LA INCIDENCIA EN EL BIEN: No presente.				
12.- CORROSIÓN Y OXIDACIÓN DE ELEMENTOS METÁLICOS	<p>Desgaste o destrucción paulatina, como royéndolo, de un material (principalmente de elementos metálicos), alterando o no su forma, y provocando alteraciones cromáticas.</p> <p>Reacción química de los metales en contacto con agentes oxidantes, presentando como resultado un aspecto pulverulento, rojizo y perdiendo sus propiedades mecánicas.</p>	<p>Contacto directo del metal con agentes oxidantes.</p> <p>Agentes externos:</p> <ul style="list-style-type: none">- Ácido/ base- oxígeno.- Agua.- Sales.- Microorganismos.- Gases procedentes de hidrocarburos.- CO₂		Z
				A
LOCALIZACIÓN EN EL BIEN: Actualmente, sólo son visibles las manchas producidas por efecto de esta corrosión (en el elemento metálico de unión entre la pierna y el pie derecho, o la zona izquierda del rostro), no como tal los elementos metálicos afectados.				

VALORACIÓN DE LA INCIDENCIA EN EL BIEN: Afecta a la estructura de la escultura, dando lugar al desprendimiento de piezas (dado que el metal oxidado ha sido alterado químicamente, y ha perdido todas sus propiedades mecánicas y de resistencia) y a la estética, en un 35% del total de la superficie.				
13.-SEPARACIÓN DE PIEZAS CONSTITUTIVAS	Hendidura o abertura regular, que se establece o incrementa la distancia entre dos o más piezas o elementos constitutivos del soporte, considerándolos aisladamente.	Mecánicas: <ul style="list-style-type: none">- Abertura o mal encaje de las piezas constitutivas, que presenta bordes regulares, acentuado por los movimientos generados debido a las condiciones subacuáticas.- Accidentes, presiones y golpes que puede sufrir la obra, principalmente debidas a las corrientes marinas, fondo submarino y acción antrópica.		
		<ul style="list-style-type: none">-Tensiones provocadas por movimientos (mismo o distinto sentido) de dilatación o contracción.- Mal encaje de las piezas acentuado por los movimientos generados debido a las condiciones climáticas y ambientales.- Accidentes, presiones y golpes durante su vida útil o en el enterramiento.		
LOCALIZACIÓN EN EL BIEN: se localiza en el dorso, en la unión de piezas de la cabeza con el torso.				
VALORACIÓN DE LA INCIDENCIA EN EL BIEN (DESCRIPCIÓN Y % APROXIMADO): Afecta a la integridad estructural de la escultura, ya que podría correr el riesgo de separarse definitivamente si no se toman las medidas necesarias. Afecta a un 5% de la escultura.				

Mapa de daños 1. Zeus en trono

LEYENDA

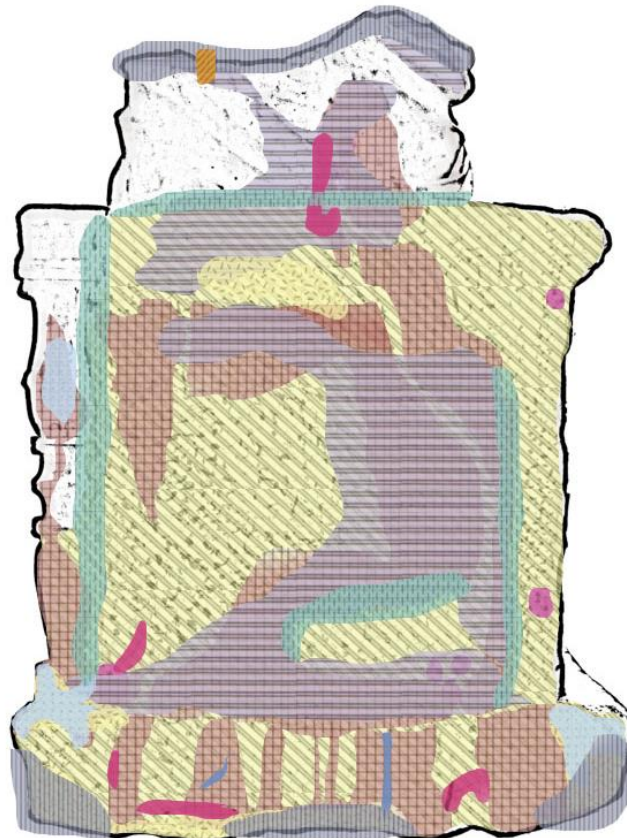
-  Abrasión, erosión, desgaste
-  Macroboring, microboring, pitting
-  Agujeros, perforaciones
-  Cambios cromáticos, manchas, pátinas
-  Depósitos superficiales
-  Descohesión
-  Incrustaciones
-  Lagunas
-  Corrosión / oxidación de elementos metálicos
-  Separación de piezas constitutivas
-  Fisuras
-  Fracturas, grietas



Mapa de daños 2. Júpiter *Ciampolini*

LEYENDA

-  Abrasión, erosión, desgaste
-  Macroboring, microboring, pitting
-  Agujeros, perforaciones
-  Cambios cromáticos, manchas, pátinas
-  Depósitos superficiales
-  Descohesión
-  Incrustaciones
-  Lagunas
-  Corrosión / oxidación de elementos metálicos
-  Separación de piezas constitutivas
-  Fisuras
-  Fracturas, grietas



3. CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Retomando los objetivos descritos al inicio de este trabajo, se plantean las siguientes conclusiones:

El patrimonio arqueológico de procedencia subacuática necesita una protección especial debido a su extrema fragilidad y las condiciones específicas que le rodean, que dan lugar a un determinado tipo de deterioro; en ausencia de ésta, se expone a la irremediable pérdida parcial o total.

De acuerdo a los dos primeros objetivos específicos, se ha podido comprobar, a través de la escultura *Zeus en Trono* (de procedencia subacuática) que el tipo de alteraciones sufridas están principalmente causadas por factores biológicos, en comparación con la escultura *Júpiter Ciampolini* (procedente del medio terrestre), cuyos daños son causados principalmente por factores físicos y mecánicos. En el primer caso, tras un examen visual, se individuaron alteraciones específicas, ausentes en el caso del Júpiter, como el *macroboring* y las incrustaciones de restos de animales marinos (exoesqueletos, conchas) que habían producido en la escultura daños físicos y químicos en su aspecto externo y en su estructura. Esto, sin embargo, puede ser una ventaja a la hora de esclarecer la procedencia de estas esculturas, gracias a la fauna y la flora que la colonizan, y que es autóctona de un determinado medio ambiente. Por otra parte, la escultura de Júpiter presentaba daños físicos como grietas, fracturas y fisuras, prácticamente ausentes en el caso de Zeus.

Las manchas y cambios cromáticos están presentes en ambas esculturas, pero son debidas a causas diversas: mientras las manchas de Zeus se deben principalmente a la oxidación de elementos metálicos, las manchas de Júpiter son debidas a la humedad (manchas de escorrentía presentes en el dorso, probablemente por el contacto con una pared húmeda), y manchas cobrizas de procedencia no identificada, siempre en la parte posterior.

En ambas esculturas llama la atención la presencia de una zona donde apenas se perciben daños o alteraciones: en el caso de Zeus, la parte izquierda, pudiendo corresponderse al área que permaneció enterrada en el fondo marino en el momento de su inmersión; en la escultura de Júpiter, la parte delantera, que presenta daños menos numerosos en comparación con el dorso; aquí la explicación podría encontrarse en el hecho que la escultura hubiera pasado mucho tiempo expuesta pegada a una pared, por lo que la parte delantera habría gozado de un mantenimiento y cuidado que no habría recibido la posterior.

Otra semejanza en cuanto a las alteraciones es la falta de elementos constituyentes o lagunas; una vez más, aunque el resultado es el mismo, la causa es distinta para aquella de procedencia subacuática (el daño biológico sufrido, y las corrientes marinas) y la de procedencia terrestre (causas físicas como golpes, fricción o posible vandalismo).

En cualquier caso, ya sea subacuático o terrestre, el medio en el que se encuentran las esculturas es el factor determinante que incide sobre el tipo de deterioro que le afecta, al mismo tiempo que la protege y ha permitido su conservación hasta nuestros días. La importancia de conocer y gestionar toda esta información la encontramos a la hora de plantear una correcta conservación y tratamientos de restauración, pudiendo suponer una especialización profesional para todos los graduados en éste área.

De acuerdo al tercer objetivo específico, se plantean las siguientes reflexiones:

Durante muchos años, el patrimonio sumergido en el área de *Baia* se ha visto expuesto, además, a otras cuestiones de tipo cultural y ético, ya que el alcance del expolio sufrido por traficantes de arte es desconocido. En el caso de la escultura de *Zeus en Trono*, se reabre el debate acerca de la licitud y transparencia en la adquisición de obras con procedencia desconocida por parte de museos y otras entidades, como es el caso del *Getty Museum* de Los Ángeles, y la devolución del patrimonio a su lugar de origen que en el caso que nos ocupa, tuvo lugar. Desde mi punto de vista, la adquisición de obras por parte de los museos debería estar siempre documentada, garantizando así la proveniencia de las mismas y ayudando a la erradicación del comercio ilegal de arte; a pesar de que la adquisición de obras de origen dudoso (cuando se trata de originales) es una forma de recuperación de las mismas, ésta sólo debería realizarse a través del ente legal (policía, *Carabinieri*, etc.) encargado de ello. Cuando además se devuelve a su lugar de origen, se está devolviendo a la población local una parte de su historia que había sido extraviada, ayudando a la consolidación de su identidad como comunidad.

Así, la protección y salvaguardia del patrimonio arqueológico sumergido se puede garantizar a través de una legislación específica y la creación de PAS. Éste es un concepto que va en estrecha relación con el ecosistema, del que no puede ser separado. Ambos han de considerarse como un único conjunto que se deteriora y se protege hasta alcanzar su propio equilibrio. Además, el PAS favorece la investigación y nuevos desarrollos en este campo, siendo una fuente de nuevos empleos tanto para las personas locales como para profesionales de la conservación, arqueología y biología marina. La difusión de la información sobre los proyectos que involucran este patrimonio es una herramienta fundamental para la educación de los habitantes y de los visitantes. Es entonces imprescindible compatibilizar conservación y disfrute, ya que la una sin la otra carecería de sentido.

En la viabilidad y buen funcionamiento del PAS, la gestión tiene un papel fundamental, y la catalogación y la elaboración de un mapa de riesgos del patrimonio arqueológico subacuático, que contenga todos los datos actualizados acerca de los bienes, del estado de conservación y los diferentes riesgos de deterioro o pérdida es primordial para planificar operaciones de conservación, restauración y abrir al público una nueva forma de museo que exponga los bienes *in situ*, en el lugar donde fueron hallados. De este modo, se podrían evitar muchas de las alteraciones que sufren los bienes al ser extraídos y cambiar de medio, entrando en contacto con la atmósfera.

Sobre esta base, la creación de itinerarios, el emplazamiento de paneles informativos, la formación de profesionales, la educación y difusión, y la gestión por parte de la administración permitirán la creación de un museo real en el fondo marino de *Baia*, que ampliará el disfrute del patrimonio cultural en la zona, impulsando la economía y abriendo nuevas posibilidades en el campo de la conservación y la industria del turismo, que podrán servir como ejemplo a otras muchas zonas arqueológicas submarinas, ampliando los horizontes hacia un nuevo futuro.

4. DOCUMENTACIÓN GRÁFICA Y FOTOGRÁFICA

Figura 1. Imagen de la autora, basada en mapa [en línea] [consulta: 13 abril 2019]. Disponible en: <https://www.baiasommersa.it/baiasommersa-mappa.html>

Figura 2.

(a). Imagen de la autora.

(b). Cortesía del *Centro Sub Campi Flegrei* [en línea] [consulta: 26 abril 2019]. Disponible en: <http://www.centrosubcampiflegrei.it/le-immersioni/parco-sommerso-di-baia/villa-protiro>

(c). Imagen de la autora.

(d). Cortesía del *Centro Sub Campi Flegrei* [en línea] [consulta: 26 abril 2019]. Disponible en: https://www.tripadvisor.it/LocationPhotoDirectLink-g194864-d1763840-i274957876-Centro_Sub_Campi_Flegrei-Pozzuoli_Province_of_Naples_Campania.html

Figura 3.

(a), (b), (c). Imagen de la autora.

(d). Imagen de la autora, basada en: Google Earth [en línea] [consulta: 15 abril 2019]. Disponible en: <https://earth.google.com/web/@40.81096307,14.0799417,57.25639331a,794.54145635d,35y,84.40425401h,45.00011568t,0r/data=ChUaEwoLL2cvMTIxbjQ4NXEYAiABKAI>

Figura 4. Imagen de la autora, basada en plano del Castillo Aragonés [en línea] [consulta: 20 abril 2019]. Disponible en: <http://www.augustoelacampania.beniculturali.it/baia.php>

Figura 5. Collage realizado por la autora utilizando imágenes disponibles en: TOCCO SCIARELLI, Giuliana, 1983. *Baia: il ninfeo imperiale sommerso di punta Epitaffio*. Napoli: Ed. Banca Sannitica, pp. s/n.

Figura 6. Imagen de la autora.

Figura 7. Imagen de la autora.

Figura 8. [En línea] [consulta: 03 mayo 2019]. Disponible en: <https://www.seatemperature.org/europe/italy/bacoli.htm>

Figura 9. [En línea][consulta: 06 mayo 2019]. Disponible en:

(a) <https://www.termestufedinerone.it/it/acque-termali.html>

(b) <https://www.google.com/map>

Figura 10 (a-d). Diagrama realizado por la autora, basándose en la información obtenida en: MENNA, Milena, 2007. *Misure di correnti superficiali nel Golfo di Napoli eseguite con radar costiero*. Bruno D'Argenio, dir., Tesis doctoral, Università degli studi di Napoli "Federico II", Dipartimento Scienze della Terra, Nápoles.

Figura 11. (a) y (b). Imagen de la autora.

Figura 12. (a) y (b). Imagen de la autora.

Figura 13.

(a) Imagen de la autora.

(b) [En línea] [consulta: 03 mayo 2019]. Disponible en: <http://www.nautica-ormeggio-napoli.it/pontili-a-marina-di-baia/>

Figura 14. [En línea] [consulta: 02 mayo 2019]. Disponible en: <https://www.mapsism.com/vulcani/Campi-Flegrei>

Figura 15. Imagen de la autora.

Figura 16.

(a) Imagen de la autora.

(b) EL LITORAL DE GRANADA, *Lithophaga lithophaga*, Universidad de Granada [en línea], [consulta: 05 mayo 2019]. Disponible en: <https://litoraldegranada.ugr.es/el-litoral/el-litoral-sumergido/fauna/moluscos/clase-bivalvia/pteriomorfos/lithophaga-lithophaga-2/>

(c) Imagen de la autora.

(d) CIENCIA TK, *Coralliophaga lithophagella lamarck*, disponible en [en línea], [consulta: 05 mayo 2019]. Disponible en: https://www.cienciatk.csic.es/cienciatk_fotos/FO008767.jpg

(e) LE GOFF, TRISTAN, *Gastrochaena dubia*, Marevita, Colección Mark Damerval, Biodiversité des algues marines et de la faune marine des côtes françaises. Manche et Atlantique, [en línea], [consulta: 05 mayo 2019]. Disponible en: [http://www.marevita.org/index.php?option=classification&path=../donnees/Mollusca/Bivalves/Paleotaxodonta/Heterodonta/Myoida/Gastrochaenidae/Gastrochaena/Gastrochaena%20dubia%20\(Pennant%201777%20Mya\)](http://www.marevita.org/index.php?option=classification&path=../donnees/Mollusca/Bivalves/Paleotaxodonta/Heterodonta/Myoida/Gastrochaenidae/Gastrochaena/Gastrochaena%20dubia%20(Pennant%201777%20Mya))

(f) DORIS, *Rocellaria dubia*, [en línea], [consulta: 05 mayo 2019]. Disponible en <http://doris.ffessm.fr/Especies/Rocellaria-dubia-Mye-perce-pierre-2774>

Figura 17. Modificada de imagen [en línea] [consulta: 05 mayo 2019]. Disponible en: <https://es.climate-data.org/europe/italia/campania/baia-834800/>

Imágenes incluidas en la Tabla “Catálogo de alteraciones”. Imágenes de la autora (2019).

Mapas de daños de *Zeus en Trono* y *Júpiter Ciampolini*. Imágenes de la autora (2019).

5. BIBLIOGRAFÍA

BENESSERE.COM ARTICOLI. “Acque solfuree”. En *Benessere.com* [en línea], [consulta: 03 mayo 2019]. Disponible en: http://www.benessere.com/terme/acqua/a_solfuree.htm

BOLETÍN AGRARIO. “Biofouling”. En *Boletín Agrario Glosario* [consulta: 2 mayo 2019]. Disponible en: <https://boletinagrario.com/ap-6,biofouling,1554.html>

CHARACKLIS, William. G., 1990. “Microbial biofouling”. En CHARACKLIS, William G. y MARSHALL Kevin C., *Biofilms (Wiley Series in Ecological and Applied Microbiology)*. Nueva York: Wiley, pp. 195-231.

CMAP. “Carta náutica Baia y Golfo de Nápoles”. En: *lightmarine.c-map.com* [en línea], [consulta: 16 abril 2019]. Disponible en: <http://lightmarine.c-map.com/es/maps-online>

DAVIDDE, Barbara, 2002. “Underwater archaeological parks: a new perspective and challenge for conservation- the italian panorama”. *The International Journal of Nautical Archaeology*, 31.1, pp. 83-88.

DAVIDDE, Barbara; PETRIAGGI, Roberto Y GÓMEZ DE AYALA, Gabriele, 2011. “The “GIS of underwater Baiae” with 3D documentation: a useful tool to record the state of conservation of a Roman submerged town”. En: *International Scientific colloquium on Factors impacting Underwater Cultural Heritage*: 13 a 15 de diciembre de 2011. Bruselas: UNESCO, pp. 117-118.

DI PALMA, Maria, 2006. *Analisis critico- interpretativa dei recenti interventi di restauro nel parco archeologico di Baia* [en línea]. Paone, Rosario, dir., Tesis doctoral. Università degli studi Federico II, Dipartimento Discipline storiche “E. Lepore”, Nápoles [Consulta: 07 mayo 2019]. Disponible en: http://www.fedoa.unina.it/2775/1/Di_Palma_Conservazione_Integrata_Beni_Culturali.pdf

DIREZIONE GENERALE ARCHEOLOGIA. “Archeologia Subacquea”. En: *Direzione General Archeologia* [en línea], [consulta: 12/04/2019]. Disponible en: <http://www.archeologia.beniculturali.it/index.php?it/151/archeologia-subacquea>

ENEA- SOLTERM, 2013. “Radiazione solare globale giornaliera media mensile su superficie orizzontale. Media quinquennale”. En: *ENEA-SOLTERM* [en línea], [consulta: 15 abril 2019]. Disponible en: <http://www.solaritaly.enea.it/CalcRggmmOrizz/Calcola3.php>

España. Instrumento de ratificación de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, hecho en Montego Bay el 10 de diciembre de 1982. *Boletín Oficial del Estado* [en línea], 14 de febrero de 1997, núm 39, pp. 4966 a 5055 [consulta: 25 abril 2019]. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1997-3296>

España. Instrumento de Ratificación de la Convención sobre la protección del Patrimonio cultural subacuático, hecho en París el 2 de noviembre de 2001. *Boletín Oficial del Estado* [en línea], 5 de marzo de 2009, núm 55, pp. 22706-21[consulta: 25 abril 2019]. Disponible en: https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2009-3787

España. Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español. *Boletín Oficial del Estado* [en línea], 29 de junio de 1985, núm 155 [consulta: 12 abril 2019]. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/l/1985/06/25/16/con>

ESTUPIÑAN BATALLA, Freddy Hugo, 2013. "Estudios de viabilidad, etapas de la gestión del proyecto, análisis del Mercado". En: *Universidad Regional Autónoma de los Andes* [en línea], [consulta: 08 mayo 2019]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/dragonegro/estudios-de-viabilidad>

GASPARINI, Paolo, 1995. *Una terra inquieta: i Campi Flegrei*, Sorrento: Sorrento, pp. 62-63.

Italia. Decreto 7 agosto 2002, Istituzione del Parco sommerso ubicato nelle acque di Baia nel Golfo di Pozzuoli. *GazzettaUfficiale* [en línea], 9 diciembre 2002, num 288, pp.21-25 [consulta: 29 abril 2019]. Disponible en: <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/gu/2002/12/09/288/sg/pdf>

Italia. Legge 23 ottobre 2009, n. 157, Ratifica ed esecuzione della Convenzione sulla protezione del patrimonio culturale subacqueo, con Allegato, adottata a Parigi il 2 novembre 2001, e norme di adeguamento dell'ordinamento interno. *Gazzetta Ufficiale* [en línea], 10 novembre 2009, num 262 [Consulta: 29 abril 2019]. Disponible en: <http://www.parlamento.it/parlam/leggi/091571.htm>

JIMÉNEZ TARACIDO, Lourdes, 2009. *Caracterización biológica del biofouling marino mediante métodos moleculares. Aislamiento y determinación de actividad quorum sensing de las especies implicadas en el proceso*. Juan Miguel González Grau y Rosario Solera del Río, dir., Tesis Doctoral. Universidad de Cádiz, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, Departamento de Tecnologías del Medio Ambiente, Cádiz.

MENNA, Milena, 2007. *Misure di correnti superficiali nel Golfo di Napoli eseguite con radar costiero*. Bruno D'Argenio, dir., Tesis doctoral, Università degli studi di Napoli "Federico II", Dipartimento Scienze della Terra, Nápoles.

MINISTERO dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. "Aree Marine Protette". En: *Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare* [en línea], [consulta: 20 abril 2019]. Disponible en: <https://www.minambiente.it/pagina/aree-marine-protette>

MINISTERO dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, 2009. "GasdottoSottomarino a servizio dell'Isola di Procida. Studio di impatto ambientale. Sintesi non tecnica". En: *Ministero dell'Ambiente* [en línea], [consulta: 04 mayo 2019]. Disponible en: [file:///C:/Users/usuario/Downloads/sintesi non tecnica.pdf](file:///C:/Users/usuario/Downloads/sintesi_non_tecnica.pdf)

MINIERO, Paola, 2000. *Museo Archeologico dei Campi Flegrei: Il Museo Archeologico dei Campi Flegrei nel Castello di Baia*. Nápoles: Electa Napoli.

ORGANIZACIÓN DE NACIONES UNIDAS. Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, 1982 [en línea] [consulta: 12 abril 2019]. Disponible en: https://www.un.org/depts/los/convention_agreements/texts/unclos/convemar_es.pdf

PERDOMO, Trisal. "Fondo marino: características, relieve, tipos, flora y fauna". En: *Lifeder.com* [en línea], [consulta: 03 mayo 2019]. Disponible en: [https://www.lifeder.com/fondo-marino/#Tipos de fondos marinos](https://www.lifeder.com/fondo-marino/#Tipos_de_fondos_marinos)

PETRIAGGI, Roberto, 2016. "Management strategies for conservation, restoration and fruition of underwater archaeological parks". *Archaeologia Maritima Mediterranea*, no 13, pp. 55-72.

PETRIAGGI, Roberto, 2008. "Restaurer sous l'eau: le cas de Baïes (Naples)". En: *Actes du colloque international Les Grands chantiers de restauration en Europe, Paris, 28-29 juin 2007*. Paris: Institut National du Patrimoine, Somogy editions d'art, pp. 80-85.

"PRÓTIRO". En: *DYCTER 2.0. Diccionario de la Ciencia y de la Técnica del Renacimiento* [en línea] [consulta: 20 abril 2019]. Disponible en: <http://dicter.usal.es/lema/pr%C3%B3tiro>

RICCI, Sandra y DAVIDDE, Barbara, 2012. "Some aspects of the bioerosion of stone artefacts found underwater: significant case studies". *Conservation and Management of Archaeological Sites*, vol. 14, nos 1-2, pp. 28-34.

RODRÍGUEZ CAMPOS, Verónica, 2018. *Templo de Debod: descontextualización de una obra de arte para su salvaguardia* [en línea]. Juan María Vélez Álvarez, dir. Trabajo fin de Grado, Grado en Conservación y Restauración de Bienes Culturales. Universidad de Sevilla, Sevilla [consulta: 27 de marzo de 2019]. Disponible en: <https://idus.us.es/xmlui/handle/11441/43544>

RUIZ MANTECA, Rafael, 2015. *La protección jurídica del patrimonio cultural subacuático frente al expolio (The Legal Protection of Underwater Cultural Heritage against Plundering)*. Cuadernos de prehistoria y arqueología de la Universidad de Granada [en línea], ISSN 0211-3228, No 25, pp. 49-73[consulta: 12 abril 2019]. Disponible en: <file:///C:/Users/RAFAEL/Downloads/5393-11833-1-PB.pdf>

RUSSO, MARCO, 2016. "An alternative approach to the conservation and fruition of the Phlegraean Fields archaeological landscape". En: *Athens Journal of Mediterranean studies*, vol.2, Issue 1, pp. 71-102.

SCOGNAMIGLIO, EDUARDO. (1998) "Aggiornamenti per la topografia di Baia Sommersa [Updates to the topography of submerged Baia]". En: *In Forma Maris, Forum internazionale di archeologia subacquea*, Pozzuoli, 1998. Napoli: Massa, pp. 43-50.

TOCCO SCIARELLI, Giuliana, 1983. *Baia: il ninfeo imperiale sommerso di punta Epitaffio*. Napoli: Ed. Banca Sannitica.

Tesis doctoral. Universidad de Cádiz, Facultad de Ciencias del mar y Ambientales, Departamento de Tecnologías del Medio Ambiente, Cádiz.

UNESCO. *Convención sobre la Protección del Patrimonio Cultural Subacuático*, 2001 [en línea], [consulta: 24 abril 2019]. Disponible en: http://portal.unesco.org/es/ev.php-URL_ID=13520&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html.

UNIVERSIDAD de Murcia, "Tema 2. Interacción de la radiación con los objetos". En *Universidad de Murcia* [en línea], [consulta: 03 mayo 2019]. Disponible en: <https://www.um.es/geograf/sigmur/teledet/tema02.pdf>

WIKIPEDIA. "Campos Flegreos". En: *Wikipedia* [en línea], [consulta: 15 abril 2019]. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/Bradismo>